



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 79/2025

Kuivatuksesta kosteikkometsätalouteen

Ojitettujen suometsien metsänhoidon visio

Päivi Väänänen, Anssi Ahtikoski, Aino Assmuth, Juha-Pekka Hotanen, Hannu Hökkä,
Mari Könönen, Raija Laiho, Paavo Ojanen, Jaakko Repola, Sakari Sarkkola, Anne Tolvanen

Kuva: Matilda Kattilakoski

Sisällysluettelo

Alkusanat

2. Suometsien nykytila

2.1.	Valtion tuki suometsätalouden synnyttäjänä	5
2.2.	Suometsätalouden nykyinen toimintaympäristö	5
2.3.	Metsäojitus	6
2.4.	Ojitettujen suometsien erityispiirteet ja luokittelu	8
2.5.	Ojitettujen suometsien puuntuotanto	11
2.6.	Suometsätalouden aiheuttama vesistökuormitus	14
2.7.	Suometsätalouden vaikutukset ilmastoon	15
2.8.	Suometsätalouden vaikutukset monimuotoisuuteen	17

3. Toimenpiteet

3.1.	Kosteikkometsätalous	19
3.2.	Kosteikkometsätalouden soveltaminen kuviotasolla	23
3.3.	Kosteikkometsätalouden soveltaminen valuma-alueella	26
3.4.	Kosteikkometsätaloutta tukevat toimenpiteet	27
3.4.1.	Ravinnetalouden hoito	
3.4.2.	Jatkuvapeitteinen kasvatus	
3.4.3.	Jaksollinen kasvatus	
3.4.4.	Ojitettujen suometsien luonnonhoito	
3.4.5.	Ojittamattomien suokuvioiden ja pienvesien hoito valuma-alueella	
3.4.6.	Soiden ennallistaminen	
3.4.7.	Vesiensuojelutoimenpiteiden laaja-alainen käyttöönotto	
3.4.8.	Valuma-alueen hakkuiden koordinointi	

4. Ohjauskeinot

4.1.	Ohjauskeinojen tarpeesta ja tyypeistä	35
4.2.	Suometsien erityispiirteet ohjauksen kannalta	36
4.3.	Ehdotuksia ohjauskeinoiksi	37
4.3.1.	Kuivatuksesta kosteikkometsätalouteen -tiedotus ja koulutus [informaatio-ohjaus]	
4.3.2.	Metsätaloudellisen ojituksen luvanvaraisuus [normiohjaus]	
4.3.3.	Uudistamisvelvoitteen väljentäminen ennallistumaan jättämisen mahdollistamiseksi [normiohjaus]	
4.3.4.	Kosteikkometsätalouden pilotti [taloudellinen ohjaus & informaatio-ohjaus]	
4.3.5.	Hakkuiden, vesiensuojelun, ennallistamisen ja ojittamattomien suonosien turvaamisen hallinnointi valuma-alueella [informaatio-ohjaus ja normi- tai taloudellinen ohjaus]	
4.3.6.	Metka-tukijärjestelmän päivitys [taloudellinen ohjaus]	

Lähteet

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 79/2025
ISSN 2342-7639
ISBN 978-952-419-119-7
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-119-7>

Alkusanat

Suomessa on metsätalouden piirissä 4,6 miljoonaa hehtaaria ojitettuja suometsiä, enemmän kuin missään muussa maassa. Ne ovat syntyneet suurimmaksi osaksi valtion ohjauksen seurauksena vastaamaan huoleen puuvarojen riittävydestä. Puuntuotannon näkökulmasta metsäojitukset ovat menestystarina, joka on lisännyt metsävaroja, vahvistanut metsätalouden kannattavuutta ja tukenut kansantaloutta. Soiden ojittaminen on kuitenkin samalla aiheuttanut vesistökuormitusta ja kasvihuonekaasupäästöjä sekä heikentänyt suo- ja pienvesiluonnon tilaa.

Ojitus toiminnan huippu sijoittui 1960- ja 1970-luvuille, ja tänä ajanjaksona ojitettujen suometsien osuus on nyt saavuttaneet puolen vuosisadan iän. Kuivumisen seurauksena turpeen ominaisuudet, ravinteiden kierto, sekä ojasyvyyden ja vedenpinnan tason suhde ovat muuttuneet siinä määrin, etteivät monet uudisojituksen ja ojitusalueiden alkuvaiheen aikaiset opit enää päde vanhoilla ojitusalueilla. Esimerkkinä tästä ovat vanhat tutkimustulokset, joiden mukaan puuston kasvu lisääntyi sitä enemmän mitä kuivemmaksi suometsä saadaan. Käsitys voimakkaan ojituksen tarpeellisuudesta on kuitenkin edelleen syvällä suuren ihmisjoukon ajattelussa. Suometsien hoitoon tarvitaan ajattelutavan muutos.

Ojitettujen suometsien ominaisuuksiltaan ja ekologista moninaisuuttaan. Suometsien hoidon päätösten tulisi perustua ymmärrykseen suometsien erityispiirteistä ja suometsissä tehtävien toimenpiteiden seurauksista ympäristölle. On tärkeää tunnistaa toisaalta ne suometsät, joissa puuta voidaan tuottaa tehokkaasti ilman merkittäviä ympäristövaikutuksia, ja toisaalta ne suometsät, joiden käyttöä tulisi rajoittaa tai joissa puuntuotannosta tulisi kokonaan luopua.

Visiolla tarkoitetaan tulevaisuuskuvaa tai unelmaa tulevaisuudesta. Tämän työn ensimmäisessä luvussa ("Visio kestävästä suometsätaloudesta") visioidaan monitavoitteinen suometsätalous, jossa kaikkia kestävyden osa-alueita on parannettu nykytilaan verrattuna. Luvussa 2 ("Suometsien nykytila") kuvataan suometsätalouden nykytila sekä miten siihen on päädytty. Luvussa 3 ("Toimenpiteet") esitetään ne ratkaisukeinot, joita tarvitaan siirtymiseksi suometsätalouden nykyisyydestä vision kuvaamaan tilaan. Keskeiseksi ratkaisukeinoksi suometsätalouden ongelmiin esitetään siirtymistä kosteikkometsätalouteen. Kosteik-

Kosteikkometsätalous määritellään metsätaloudeksi, jossa turpeen vedenpinta on nostettu nykyistä korkeammalle tasolle, mutta puuntuotantoa harjoitetaan edelleen kannattavasti.

kometsätalous määritellään metsätaloudeksi, jossa turpeen vedenpinta on nostettu nykyistä korkeammalle tasolle, mutta puuntuotantoa harjoitetaan edelleen kannattavasti. Tällöin sekä maaperän hiilivaraston hupenemista että suometsistä tulevaa vesistökuormitusta on saatu merkittävästi vähennettyä. Samalla suo- ja pienvesiluontoa on hoidettava ja ennallistettava. Luvussa 4 ("Ohjaukset") esitellään niitä työkaluja, joilla yhteiskunta voi vaikuttaa kansalaisten ja yksityisen sektorin toimintaan ja joita laaja-alainen siirtyminen kosteikkometsätalouteen edellyttää.

Muutokselle ojitettujen suometsien metsänhoidossa on suuri tarve. Vesistökuormitus ja kasvihuonekaasupäästöt jatkuvat eikä suo- ja pienvesiluonnon tila muutu hyväksi, vaikka suometsissä pidättäytyttäisiin hakkuista ja kunnostusojituksista. Ilmaston lämpenemisen myötä suometsätalouden ongelmien voidaan olettaa kasvavan, sillä turpeen hajoaminen kiihtyy lämpimimmässä olosuhteissa. Lisäksi runsasravinteisia, paksuturpeisia suometsiä on lähitulevaisuudessa tulossa suuri määrä uudistettavaksi erityisesti Etelä-Suomessa. Tutkimustieto tuo kuitenkin toivoa siitä, että suuri osa suometsätalouden haitallisista ympäristövaikutuksista voidaan välttää huolellisesti suunnitelluin metsänhoidon keinoin.

Käsikirjoitusta ovat kommentoineet Heikki Ala-aho (Maanmittauslaitos), Pekka Buttler, Toni Etholén (ELY), Mikko Kurttila (Luke), Päivi Merilä (Luke), Jenni Miettinen (SYKE), Johanna Routa (Luke) ja Markku Saarinen. Kiitämme heitä arvokkaista kommentteista, jotka ovat selkiinnyttäneet monia käsikirjoituksen kohtia ja laajentaneet raportin näkökulmaa. Raportissa on hyödynnetty VMI13-dattaa. Lämmin kiitos siitä ja asiantuntemuksesta Kari T. Korhoselle (Luke) ja Juho Pitkäselle (Luke).

1. Visio kestävästä suometsätaloudesta

1. Suometsätaloudessa on siirrytty puuntuotannon haittojen vähentämisestä monitavoitteiseen metsätalouteen, jolla parannetaan kaikkia kestävyuden osa-alueita nykytilaan verrattuna.
2. Metsätalous on suometsissä taloudellisesti kannattavaa, sillä kestävästi tuotetulla puulla on runsaasti kysyntää.
3. Kosteikkometsätalous on selkeästi määritelty ja kansainvälisesti tunnustettu, laajenevassa käytössä oleva osa suometsätaloutta.
4. Kuivatuksesta on siirrytty monitavoitteiseen vedenpinnan tason sääntelyyn. Vedenpinnan taso vaikuttaa puuntuotantoon, kasvihuonekaasupäästöihin, vesistökuormitukseen, monimuotoisuuden ja suometsän palorisktiin. Monitavoitteinen vedenpinnan tason sääntely tarkoittaa monissa tapauksissa nykyistä korkeammalla olevaa vedenpintaa.
5. Metsätaloustaloudessa olevien ojitettujen suometsien pinta-ala on nykyistä pienempi, koska taloudellisesti kannattamattomat sekä ympäristön kannalta haitallisimmat kohteet ovat jääneet pois metsätaloudesta. Suometsiä on myös ennallistettu monimuotoisuus- ja vesiensuojelutavoitteiden täyttämiseksi.
6. Osassa suometsiä painopiste on puuntuotannossa, osassa suometsiä muissa tavoitteissa. Yksittäisen metsikön puuntuotos voi olla nykytilaa suurempi, pienempi tai samansuuruinen. Puuntuotannossa otetaan huomioon erilaisten suometsien erityispiirteet. Jatkuvapeitteisiä ja jaksollisia metsänkasvatusmenetelmiä käytetään niille sopivilla kohteilla.
7. Puuntuotannossa olevien suometsien kasvu, elinvoimaisuus ja ravinnetila on turvattu riittävin lannoituksin. Suometsiä lannoitetaan pääsääntöisesti kierrätyslannoitteilla.
8. Suo- ja pienvesiluonto ovat elinvoimaisia. Suoelinympäristöjen pinta-alaa on kasvatettu. Ojittamattomat suolaikut ojitettujen alueiden yhteydessä on turvattu. Kosteikkometsätalouden piirissä olevat suometsät tarjoavat elinympäristöjä monille ojittamattomien suometsien lajeille. Pienvesiä on kunnostettu.
9. Vesistökuormitus on saatu pieneen tasolle, jolla suometsätalous ei merkittävästi lietä, tummenna tai rehevöitä vesistöjä. Kosteikkometsätalous ennaltaehkäisee kuormituksen syntymistä. Vesien suodatus eri muodoissaan on laajamittaisesti käytössä.
10. Paksujen turvekerrosten suuri hiilivarasto on turvattu ja suometsät tuottavat ilmastokestävää raaka-ainetta. Kosteikkometsätalouteen siirtyminen on vähentänyt maaperän päästöjä ja pitää yllä puuston hiilinielua.
11. Metsäasiantuntijat ovat saaneet koulutusta kosteikkometsätalouden ja ympäristön tilan parantamisen menetelmistä sekä siitä, miten suometsien hoidossa sopeudutaan ilmastonmuutokseen. Metsäasiantuntijat osaavat tunnistaa kentällä suometsien erityispiirteet.
12. Suometsien omistajat tiedostavat, että he omistavat suometsiä ja että niiden käyttöön liittyy erityispiirteitä kivennäismaametsiin verrattuna. Metsävaratietoihin on lisätty luokittelu, jossa suometsät on jaettu niiden ominaisuuksien mukaisesti eri luokkiin, ja haitallisten ympäristövaikutusten hillinnän kannalta tärkeimmät kohteet on tunnistettu.
13. Suometsien hallinta ja metsänomistajien yhteistyö valuma-alueella on järjestetty niin, että kestävä suometsätalouden harjoittaminen on mahdollista. Suometsien toimenpiteitä suunniteltaessa ja toteutettaessa otetaan huomioon valuma-alueenäkökulma.
14. Monitavoitteiseen suometsätalouteen on siirrytty sosiaalisesti kestävästi reilun siirtymän periaatteita noudattaen. Metsänomistaja saa kestävästi tuotetusta puusta hyvän hinnan, joka kattaa myös monitavoitteisen metsätalouden kustannukset.
15. Metsätalouden kannustinjärjestelmä, lainsäädäntö ja valvonta tukevat kosteikkometsätaloutta.
16. Suometsätalous on linjassa Suomen kansainvälisten veloitteiden kanssa, ja sen maine on hyvä.

2. Suometsien nykytila

2.1. Valtion tuki suometsätalouden synnyttäjänä

Järjestelmällinen metsäojitustoiminta alkoi Suomessa vuonna 1908, jolloin metsähallitus palkkasi kaksi suonkuivausmetsänhoitajaa suunnittelemaan soiden metsäojituksia valtionmaille. Huoli puuvarojen riittävyydestä voimistui 1920-luvulla valtakunnan metsien ensimmäisen inventoinnin valmistuttua. Huoleen vastattiin vuonna 1928 säädetyllä metsänparannuslailla, jolla varmistettiin varojen riittävyys soiden kuivatukseen metsätaloudellisia tarkoituksia varten. Lain taustalla oli ajatus siitä, että metsänparannusinvestointien pitkä vaikutusaika perustelee yhteiskunnan tuen yksityismetsien metsänparannustoiminnalle (Päivänen 2018). Julkisen tukirahoituksen tavoitteena oli kannustaa metsänomistajia investoimaan metsänparannushankkeisiin (Aarnio 2004).

Ensimmäisestä metsänparannuslaista (1928) lähtien aina Kemera-lakeihin ja nykyiseen Metka-lakiin (2024) saakka metsänparannuslainsäädäntö on perustunut niin sanottuihin rahoituslakeihin. Näissä tuen määrää on porrastettu ensisijaisesti puuntuotannollisin perustein mutta myös työllisyyden näkökulmasta. Tukipolitiikan perussisältö on aina ollut puuntuotannon turvaaminen (Ovaskainen ym. 2004), vaikka tavoitteenasettelun painopisteet ovat vuosikymmenten saatossa muuttuneet kestävästä puuntuotannosta (1928-1960) edistyvään puuntuotantoon (1960-1995) ja edelleen vuodesta 1995 eteenpäin nykymuotoiseen kestäväan metsätalouteen (Ollonqvist 2004).

Vaikka metsänparannusvaroilla toteutettuihin ojituksiin on aina kuulunut kunnossapitovelvoite, kunnostusojituksen työmäärät lähtivät nousuun vasta vuoden 1987 metsänparannuslain myötä. Tuolloin kunnostusojitus määriteltiin tuettavaksi työajaksi, ja sitä tuettiin aina vuoteen 2024 asti, jolloin uusi Metka-laki tuli voimaan. Metsänlannoitus puolestaan lisättiin metsänparannuslain julkisella rahoituksella tuettaviin työlajeihin jo vuonna 1968.

Vuonna 1997 uudisojitusten tuen myöntäminen lopetettiin. Ojitettuja suometsiä oli tuolloin Suomessa 4,7 miljoonaa hehtaaria. Vuosina 1998-2023 ojia on kunnostettu noin 1,4 miljoonalla hehtaarilla (Luke tilastotietokanta 2025). Lannoituksia on tehty turvemaidella noin 1,9 miljoonalla hehtaarilla (Aarnio ym. 1997, Päivänen 2018). MERA-ohjelmakausien ja Metsä 2000-ohjelman aikana (1968-2000) julkisen tukirahan osuus toteutuneista kokonaiskustannuksista on ollut

merkittävä: ojituksissa 88-92 % ja lannoituksissa 71-89 % (Ollonqvist 2004). Näin ollen voidaan perustellusti todeta, että valtion tukirahalla on Suomessa ollut ratkaiseva merkitys ojitettujen suometsien ja suometsätalouden synnyssä - miljoonien hehtaarien tukipolitiikka on muokannut suometsiämme nykyiseen tilaansa. Puuntuotannon painottaminen on monin paikoin heikentänyt muita ekosysteemipalveluita (Nieminen ym. 2018).

2.2. Suometsätalouden nykyinen toimintaympäristö

Merkittävä haaste suometsätaloudessa liittyy vesitalouden maanomistuksen rajat ylittävään luonteeseen. Saman valuma-alueen suometsät, kivennäismaametsät, peltolohkot ja pienvedet ovat toisiinsa kytkeytyneet kokonaisuus, jonka läpi vesi liikkuu maaperässä, ojissa ja uomissa kuljettaen mukanaan kiintoainesta, veteen liuenneita ravinteita ja hiiltä. Tällöin valuma-alueen eri osissa tehtävät toimenpiteet vaikuttavat veden välityksellä muihin valuma-alueen metsiin ja vesistöihin. Valuma-alueen vesistön kuormitukseen vaikuttaa merkittävästi, kuinka suurella osalla valuma-alueen metsiköitä on tehty hakkuita tai ojitustoimia muutaman vuoden sisällä ja millainen tehtyjen toimien intensiteetti on. Vastaavasti hyvä vesien suojeleminen edellyttää tehokkaiden keinojen hyvää sijoittelua valuma-alueella. Kuitenkin jo latvavaluma-alueiden tasolla metsiköt (ja pellot) saattavat kuulua usealle eri maanomistajille. Kuviokohtaiset toimenpiteet ovat lähtökohtaisesti yksittäisten metsänomistajien päätettävissä, vaikka niiden vaikutukset voivat ulottua laajemmalle, koskien myös muiden maanomistajien maita sekä kaikkien yhteistä omaisuutta, kuten vesistöjä ja ilmastoa.

Suomen valtion 1900-luvun toisella puoliskolla harjoittama politiikka tuki uudis- ja kunnostusojitusta suuressa määrin tuottavan metsäpinta-alan kasvattamiseksi. Vuonna 2024 voimaan tullessa metsätalouden kannustejärjestelmässä (Metka) maanomistajat voivat saada tukea suometsien kokonaisvaltaisten hoitosuunnitelmien laatimiseen. Suunnitelmissa on tarkoitus sovittaa yhteen puuntuotannon edellytysten

parantaminen, vesiensuojelu, ilmastonmuutoksen hillintä, monimuotoisuuden turvaaminen ja elinympäristöjen tilan parantaminen. Huomionarvoista on, että puuntuotannon edellytysten parantaminen katsotaan edelleen edellytykseksi tuen saamiselle, eli valtion ei voida sanoa täysin siirtyneen markkinahyödykkeen tuotannon tukemisesta ympäristöhaittojen hallintaan. Metka poisti ojien kaivun julkisen tuen, mikä johtaa todennäköisesti kunnostusojitusten vähenemiseen, vaikka ojien kunnostuksen suunnittelua tuetaan edelleen. Ennakkotietojen mukaan Metkan kautta rahoitettavat suometsien hoitosuunnitelmat eivät ole olleet metsänomistajien suosiossa. Valuma-alue-suunnittelussa yhtenä haasteena on myös osavien suunnittelijoiden ja suunnitelmia toimeenpanevien urakoitsijoiden vähyys (Linnamaa ym. 2023).

Suometsätalouden toimenpiteet aiheuttavat varsin usein ympäristöhaittoja, erityisesti vesistökuormitusta. Kuitenkin esimerkiksi metsänuudistamistoimia säädellään pääsääntöisesti neuvonnan, erityisesti Metsänhoidon suositusten (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2025), keinoin. Nykyiseen vesilakiin sisältyy periaatteessa ojituksen luvanvaraisuus, mutta tämä koskee vain poikkeuksellisen laajoja hankkeita. Tällöin suurin osa ojituksista, ml. uudis- ja kunnostusojitus ja ojituskäytäntö, etenevät ojitustalouden teolla ELY-keskukseen ilman ennakkollista ympäristövalvontaa ja mahdollisuutta lupaehdojen asettamiseen (Pappila 2016, Halonen ym. 2020). Maanmuokkaukseksi luettavilta toimenpiteiltä (esim. naveromätästys) ei vaadita edes ilmoitusta. Näin ollen nykyinen lainsäädäntö sallii merkittävienkin vesistöhaittojen aiheuttamisen sekä yksittäisten uudis- ja kunnostusojitusten, että erityisesti näiden yhteisvaikutusten osalta.

Kotimaisen lainsäädännön lisäksi suometsien hyödyntämiseen puuntuotannossa vaikuttavat kansainväliset sitoumukset, ennen muuta Pariisin ilmastopöytäkirja (UNFCCC 2015) ja Kunming-Montrealin biodiversiteettisopimus (CBD 2022). Suomi on EU-jäsenmaana veloitettu omalta osaltaan toimeenpanemaan mm. vesipuitedirektiiviä (Direktiivi (EU) 2000/60), LULUCF-asetusta (Asetus (EU) 2018/841, Asetus (EU) 2023/839), uusiutuvan energian kestävyttä koskevaa RED III -direktiiviä (Direktiivi (EU) 2023/2413) ja ennalistamisasetusta (Asetus (EU) 2024/1991). Metsäteollisuusyhtiöihin ja niiden asiakkaisiin vaikuttavat sekä vapaaehtoiset yritysvastuusitoumukset että kehittyvä yritysvaluulainsäädäntö (Direktiivi (EU) 2024/1760). Tulevaisuudessa myös metsäsektorin investointien rahoitusmahdollisuudet voivat EU:n kestäväen rahoituksen taksonomian eli luokittelujärjestelmän puitteissa (Asetus (EU) 2020/852) riippua raaka-aineen hankinnan kestävyden todentamisesta. Vuonna 2024 hyväksyty hiilenpoistoa, hiiliviljelyä ja hiilen varastointia tuoteisiin koskeva EU:n sertifiointikehys (CRCF) voi jatkossa luoda ansaintamahdollisuuksia maaperäpäästöjen vähentämisestä (Asetus (EU) 2024/3012).

Suometsien käyttöä ohjaavat myös vapaaehtoisuuteen perustuvat metsäsertifiointijärjestelmät, joiden kautta metsänomistaja voi saada puusta parempaa hintaa ylittämällä lainsäädännön vaatimukset kulloisenkin sertifiointikriteeristön mukaisesti. Suomessa käytössä olevista sertifiointeista PEFC on ympäristövaatimuksiltaan löyhempi ja käytössä 83 prosentissa Suomen talousmetsäpinta-alasta; hieman vaativampi FSC kattaa 11 prosenttia pinta-alasta (Punntila ym. 2024, www.pefc.fi 2025). Suurin osa FSC-sertifioituista metsistä on myös PEFC-sertifioituja, ja noin 20 % metsistä ei kuulu kumpaankaan sertifiointijärjestelmään. Vuonna 2025 Euroopassa on lanseerattu myös jatkuvapeitteistä metsänhoitoa edellyttävä EverCover-sertifikaatti. PEFC:in vuonna 2024 päivitetty kriteeristö mm. kieltää ojitamisen luonnontilaisilla tai sen kaltaisilla soilla, paitsi metsänuudistamisen yhteydessä, ja velvoittaa sisällyttämään kunnostusojitus suunnitelmiin tarkoituksenmukaisen vesiensuojelusuunnitelman. Kitu- ja joutomaat jätetään kunnostusojittamatta. FSC:n vuoden 2023 versio taas mm. kieltää aiemmin ojitamattomien turvemaiden ojitamisen ja sisältää kriteereitä ojituksen menetelmistä sekä alueista, joilla kunnostusojitusta ei saa tehdä (Punntila ym. 2024). Siten metsäsertifiointi osin suojaa vielä ojitamattomia soita ainakin periaatteessa, mutta kumpikaan Suomessa laajasti käytössä oleva sertifiointijärjestelmä ei kunnostusojituksen osalta paranna merkittävästi metsänhoidon tasoa lainsäädäntöön verrattuna tai ohjaa sitä tutkimustiedon valossa riittävälle tasolle (Punntila ym. 2024). Sertifiointijärjestelmät eivät myöskään esimerkiksi rajoita valuma-alueella vuoden aikana tehtäviä hakkuita, ja sertifiointin valvonta ja sanktiot rikkomuksista voivat olla riittämättömiä.

2.3. Metsäojitus

Soiden kasvupaikkaluokittelulla sekä erityyppisten soiden metsänkasvatuskelpoisuuden arvioinnilla on Suomessa yli vuosisataiset perinteet (Cajander 1913, Tantt 1915). Merkittävimmän metsäojituskauden alkaessa 1950-luvun puolivälissä tiedettiin jo varsin hyvin, minkä tyyppisillä soilla kuivatus johti hyväkasvuiseen metsämaahan ja millainen ojien syvyys ja ojaväli olivat puuntuotannon kannalta kustannustehokkaita. Tietoja päivitettiin käytännön oppaisiin tutkimukseen nojautuen (esim. Lukkala 1939, Heikurainen 1960). Vuosina 1930-1978 metsäojitetuista vajaan 5 miljoonasta hehtaarista yli 60 % oli erilaisia rämeitä, noin 20 % korpia, vajaa 10 % avosoita ja noin 10 % soistuneita kangasmetsiä (Keltikangas ym. 1986). Tämän ajanjakson jälkeen ojitamattomasta, kasvupaikkatyyppin perusteella metsäojituskelpoisesta pinta-alasta jäljellä oli jäljellä noin 2 milj. ha korpia ja soistuneita kankaita, jotka olivat alavan sijaintinsa ja maaston tasaisuuden vuoksi yleensä ojituskelvottomia. Tämä tarkoittaa sitä, että käytännössä lähes kaikki metsäojituskelpoinen pinta-ala ojitettiin.

Vaikka ojitustoiminnan rahallinen tukeminen pyrki ohjaamaan ojituksia puuntuotannon kannalta järkeviin kohteisiin, virhearviointeja tapahtui kilpailuhenkisyiden, yltiöoptimismin, sekä työllisyystavoitteiden vuoksi. Puuntuotantoon soveltumattomia karuja rämeitä ojitetiin Pohjois-Suomessa suhteellisen paljon, ja niiden ojittaminen lisääntyi Etelä-Suomessakin 1970-luvulla. Täysin ojituskelvottomiksi jo ojitushetkellä tiedettyjä suotyyppejä ojitetiin suhteellisesti eniten uudisojitusaikakauden loppupuolella, mutta kaiken kaikkiaan niitä on vain murto-osa ojitetusta pinta-alasta (Keltikangas ym. 1986).

Ojituksen tavoitteena on ollut suon kuivattaminen eli vedenpinnan alentaminen, jotta puiden kasvuolosuhteet paranevat. Vettä johdetaan maaperästä kuivatusoijiin, jotka ovat tyypillisesti 30-50 m välein kaivettuja, noin metrin syvyisiä sarkaojia (kuva 1). Ojitusalueen ympärille kaivettu niskaoja estää veden valumisen ojitusalueelle sen ulkopuolelta. Niska- ja kuivatusojista vesi johdetaan johto-ojia myöten kokoojaojaan, joka puolestaan johtaa vedet pois suon valuma-alueelta. Johto- ja kokoojaojat voivat olla joko kaivettuja ojia tai perattuja luonnonpuroja. Vesiensuojelun kannalta kokoojaojat ovat keskeisiä, koska niiden kautta kulkee paljon vettä ja ne yhdistävät ojitusalueen vesistöön.

Kuva 1: Metsäojituksen toteutus kaavamaisesti esitettynä ja ojituksen vaikutukset suon ekosysteemipalveluihin. Suon kuivattamiseksi on kaivettu n. 30-50 m välein noin metrin syvyisiä kuivatusojia ja suon ympärille on kaivettu niskaoja estämään veden valumisen ympäröiviltä mailta ojitusalueelle. Niska- ja kuivatusojista vesi on johdettu johto-ojien kautta kokoojaojaan, joka on tässä tapauksessa perattu ja suoristettu luonnonpuro, ja alueella oleva lähde on kuivatettu. Myös järven rannalla oleva rantaluhta on ojitettu. Metsäojituksen seurauksena turpeen vedenpinnan taso on laskenut ja puuston kasvu lisääntynyt, mutta vesistöjen tila on heikentynyt vesistökuormituksen kasvaessa.

Ojittamaton suo



PUUSTON TASAISUUS JA TIHEYS



PUUSTON KASVU vähäinen



VEDENPINNANTASO 0-30 cm



VESISTÖVAIKUTUKSET vähäiset

Ojitettu suo



PUUSTON TASAISUUS JA TIHEYS



Runsasravinteinen metsä



Tuottava niukkaravinteinen metsä



Heikkotuottoinen metsä



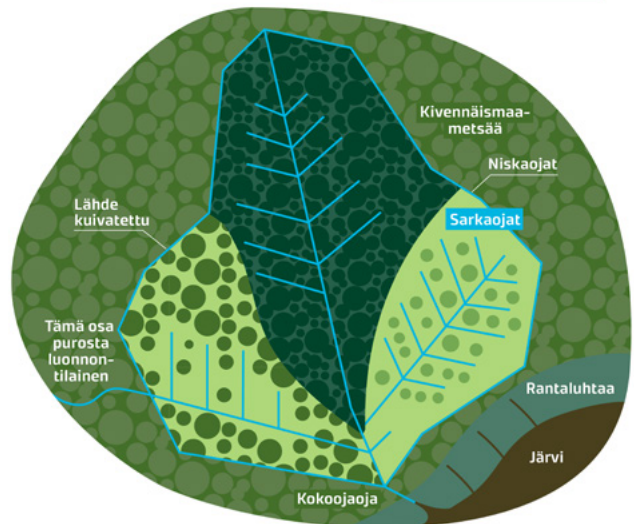
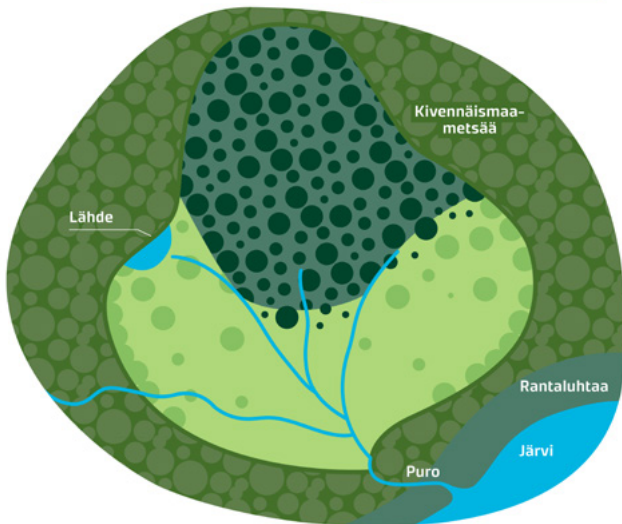
PUUSTON KASVU suurta



VEDENPINNANTASO 30-80 cm



VESISTÖVAIKUTUKSET suuret



Ojien kunnostamisella eli kunnostusojituksella tarkoitetaan ojien perkausta ja tarvittaessa myös täydentävien kuivatusojien kaivamista ojaverkostoon. Kunnostusojituksia tehtiin enimmillään 1990-luvulla 70 000-80 000 ha vuodessa (Luke tilastotietokanta 2025). 2000-luvulla määrä on vähentynyt merkittävästi, ja viime vuosina kunnostusojituksia on tilastoitu noin 10 000 hehtaaria vuodessa. Määrän ennakoidaan laskevan edelleen tulevina vuosina, sillä kunnostusojituksia ei enää suositella rutiininomaisena osana suometsien hoitoa (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2025), eikä Metka tue ojien kaivua.

Kuivatusta tehostetaan usein suometsän uudistamisen yhteydessä. Tällöin keinovalikoimassa ovat varsinaisen kunnostusojituksen lisäksi navero- ja ojitusmätästys. Toisin kuin kunnostusojitusten kohdalla, naveromätästykseksi luettavilta toimenpiteiltä ei vaadita ojitusilmoitusta. Naveromätästyksessä kaivurilla muodostetaan pieniä uomia, naveroita, joiden turpeesta tehdään taimien kasvupaikkana toimivia mätäitä. Naveroita ei yhdistetä varsinaiseen ojaverkostoon, jotta ne eivät aiheuta kiintoaineskuormitusta vesistöihin. Sen sijaan ojitusmätästys, jossa maanmuokkaustoimien ohella täydennetään ja perataan ojaverkostoa tai naverot yhdistetään ojaverkostoon, rinnastetaan kunnostusojitukseen ja se edellyttää ojitusilmoitusta.

Mätästys on ollut suosituin maanmuokkausmenetelmä menetelmä vuodesta 2006 lähtien, ja viime vuosina mätästystä on tilastoitu lähes 70 000 hehtaaria vuodessa (Luke Tilastotietokanta 2025). Tilastoista ei selviä, kuinka suuri osa on ollut navero- tai ojitusmätästystä. Suometsien uudistuspinta-alojen kasvun myötä myös maanmuokkauksiksi tilastoitavien kuivatustoimenpiteiden määrä todennäköisesti lisääntyy.

Kunnostusojitustilastot antavat todennäköisesti huomattavasti liian optimistisen kuvan suometsien kuivatuksen maltillistumisesta. Suuri osa naveromätästyksistä toteutetaan käytännössä ojitusmätästykseenä, jolloin ne ovat vesiensuojelun ja tilastoinnin ulkopuolelle jäävää ojitusta. Lisäksi kunnostus- ja myös uudisojituksia tehdään osin ilman ojitusilmoitusta, jolloin ne eivät päädy tilastoihin.

2.4. Ojitettujen suometsien erityispiirteet ja luokittelu

Turvemaat eroavat kivennäismaista sekä syntyävaltaan että ominaisuuksiltaan. Turvemaa koostuu eriasteisesti hajonneista kasvinjäänteistä sekä maaperäliöiden jäänteistä. Turvemaan säilyminen edellyttää, että maahan kertyy enemmän kasvillisuudesta peräisin olevaa orgaanista ainesta kuin sitä ehtii hajota. Koska kasvimateriaalia kertyy ja hajoaa jatkuvasti, turvemaakin muuttuu ajan myötä. Ojitetuissa suometsissä syvät turvekerrokset ovat peräisin alkuperäisen suokasvillisuuden jäänteistä, kun taas pintakerros koostuu ojituksen jälkeisen metsäkasvillisuuden jäänteistä ja muistuttaa kivennäismaiden orgaanista pintakerrosta (Saarinen & Hotanen 2000). Turvemaa on löyhempää kuin kivennäismaa, minkä vuoksi puut tarvitsevat vankemman juuriston pysyäkseen pystyssä (Laiho & Finér 1996).

Turvemaassa on huomattavasti enemmän tyypeä kuin kivennäismaissa, mutta useimpia muita tärkeitä kasvinravinteita, kuten kaliumia, fosforia ja magnesiumia on vähemmän (Westman ja Laiho 2003). Erityisesti paksuturpeisten (turvekerroksen paksuus yli 30 cm) ojitettujen suometsien puut ovat alttiita fosforin ja varsinkin kaliumin puutokselle. Kaliumia on turpeessa yleensä niukasti, eikä sitä pääse tulemaan valumaveden mukana lisää kivennäismailta virtausreitit katkaissien ojien vuoksi. Paksu turvekerros estää puiden juurten pääsyn pohjamaahan, missä kivennäisravinteita olisi saatavilla. Kaliumia sitoutuu kasvavaan puustobiomassaan ja poistuu kasvupaikalta puunkorjuun myötä paljon suhteessa turpeen kaliumvaroihin (Laiho ym. 2000, Nieminen ym. 2016). Hakkuiden jälkeen kaliumia myös huuhtoutuu pois (Sarkkola ym. 2016). Ravinnetalouden hoito lannoittamalla on siksi keskeinen osa suometsien puuntuotantoa.

Ojituksen myötä käynnistynyt kuivumissukessio on muokannut suokasvupaikkojen ominaisuuksia perinpohjaisesti. Pintakasvillisuuden ja puuston muutokset ovat helposti havaittavissa, mutta myös turvemaan pintakerrokset kokevat merkittäviä, tosin vaikeammin silmävaraisesti havaittavia muutoksia. Heti ojituksen jälkeen pintaturve tiivistyy nopeasti, kun veden noston väheneminen saa suon pinnan painumaan (Lukkala 1949). Tiivistyminen jatkuu vähitellen puuston biomassan, juurikarikkeen määrän ja turpeen hajoamisen lisääntyessä (Laiho ym. 1999). Tiivistyminen vaikuttaa turpeen vedenjohtavuuteen ja vedenpidätysominaisuuksiin vähentäen ojituksen kuivatustehoa, sillä tiiviissä turpeessa veden johtuminen on hidasta (Päivänen 1973). Vanhemmilla ojitusalueilla puustolla onkin usein ojitusta suurempi rooli kuivatuksen ylläpitäjänä, sillä täysikasvuisen puuston haihdutus laskee turpeen vedenpintaa merkittävästi (Sarkkola ym. 2010).

Kuivumissukkession seurauksena ravinteiden kierto sekä ojasyvyyden ja vedenpinnan tason vuorosuhde muuttuvat siinä määrin, etteivät monet uudisojituksen ja ojitusalueiden alkuvaiheen aikaiset opit enää päde vanhoilla ojitusalueilla. Esimerkiksi varhaiset tutkimustulokset, joiden mukaan puuston kasvu lisääntyy vedenpinnan laskiessa, eivät enää ole suoraan sovellettavissa nykykasvupaikoilla. Nykyisissä ilmasto-oloissa ja ominaisuuksiltaan muuttuneissa suometsissä tiheä ojaverkosto ja syvät ojat johtavat varsinkin eteläisessä Suomessa tilanteisiin, joissa vedenpinnan taso on puiden kasvun kannalta tarpeet-

toman tai jopa haitallisen syvällä (Hökkä ym. 2025). Esimerkiksi Etelä-Suomen runsasravinteisissa suometsissä vedenpinta voi pysytellä kasvukauden aikana yli 80 cm syvyydessä (Peltoniemi ym. 2023). Syvällä oleva vedenpinta heikentää puuston vedensaintia, lisää kasvihuonekaasupäästöjä sekä turvepalariskiä, ja on myös lisääntyneen vesistökuormituksen yksi välillinen taustatekijä.

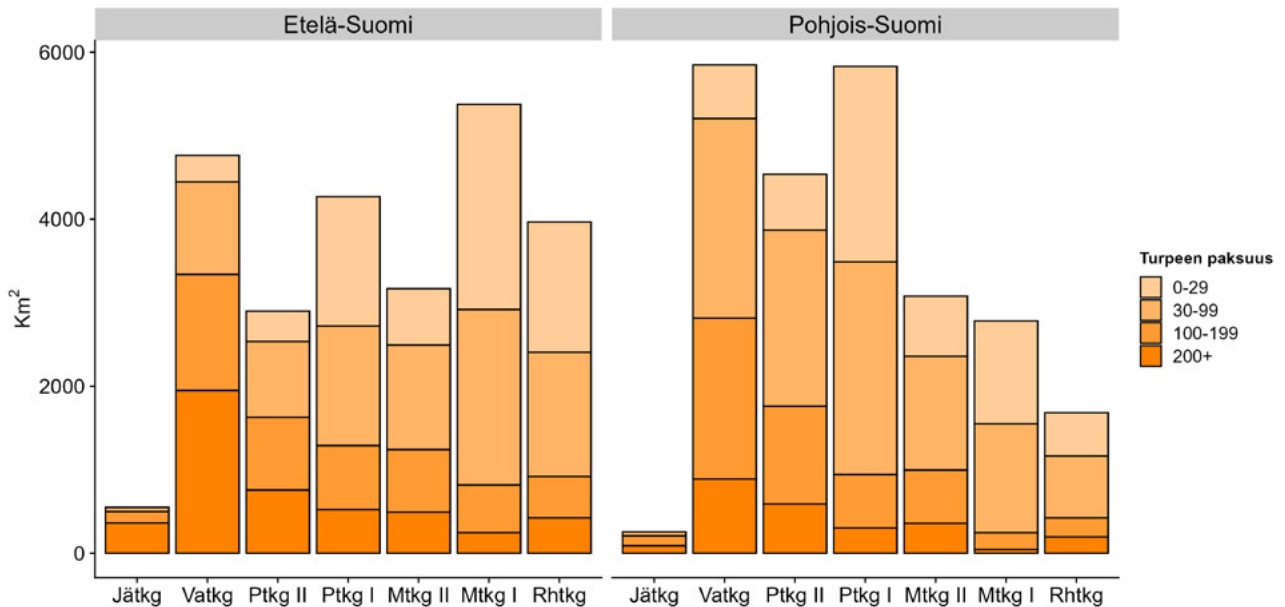
Kuva 2: Runsasravinteiseksi suometsäksi luokiteltava mustikkaturvekangas (ylävasen), tuottaviin niukkaravinteisiin kuuluva puolukkaturvekangas (yläoikea), heikkotuottoisiin metsämaihin kuuluva varputurvekangas (alavasen) sekä kitu- ja joutomaihin kuuluva varputurvekangas (alaoikea), jonka ojat on kunnostettu hieman ennen kuvaushetkeä. Kuvat: Markku Saarinen, Matilda Kattilakoski.



Vaikka ojitus on vähentänyt soiden kasvupaikkatason monimuotoisuutta vähentämällä vedenpinnan tason ekosysteemiä muovaavaa vaikutusta, ojitettujen suometsät muodostavat silti suuresti vaihtelevan ryhmän erilaisia kasvupaikkoja. Ojitettujen suometsien ravinteisuutta kuvataan turvekangastyypeillä (Laine ym. 2012). Ruohoturvekankaat ovat puuntuotannon kannalta parhaita kasvupaikkoja ja niiden puuntuotoskyky vertautuu lehtoihin ja lehtomaisiin kankaisiin. Ruoho- ja mustikkaturvekankaiden suometsät luokitellaan runsasravinteisiksi (kuva 2, kuva 12). Vastaavasti jäkäläturvekankaat ja suuri osa varputurvekankaista ovat puuntuotannon kannalta joko vähämerkityksisiä kitu- ja joutomaita tai metsämaahan luokituessaan heikkotuottoisia metsämaita (Tietolaatikko 1). Ääripäiden väliin

sijoittuvia puolukkaturvekankaita ja kasvuisimpia varputurvekankaita kutsutaan tuottaviksi niukkaravinteisiksi suometsiksi. Ojitettujen suometsien kasvupaikkaluokittelussa erotetaan I- ja II-tyypit: I-tyypit ovat olleet jo ennen ojitusta suhteellisen kuivia ja runsaspuustoisia (aidot puustoiset suotyypit), kun taas II-tyypit ovat olleet märempiä ja vähempipuustoisia tai puuttomia (sekatyypit ja avosuot). Kasvupaikkojen erottaminen myös turpeen paksuuden perusteella on tärkeää, sillä paksaturpeisten suometsien hoitoon liittyy erityiskysymyksiä, kuten ravinnetalouden hoito ja pitkäaikaiset ilmastovaikutukset. Paksaturpeisia (turvekerroksen paksuus > 30 cm) suometsiä löytyy jokaiselta kasvupaikkatyypiltä, mutta erityisen yleisiä ne ovat varputurvekankailla (Kuva 3).

Kuva 3: Metsätalouden maan ojitettujen suometsien pinta-alat eri kasvupaikoilla ja niiden jakautuminen turvekerroksen paksuuden mukaan (VMI13; Tietolaatikko 1). Jätkg = jäkäläturvekangas, Vatkkg = varputurvekangas, Ptkkg = puolukkaturvekangas, Mtkkg = mustikkaturvekangas, Rhtkg = ruohoturvekangas. Mustikka- ja puolukkaturvekankaat on jaettu edelleen I-tyyppisiin ja II-tyyppisiin.



Tietolaatikko 1: Valtakunnan metsien inventointi

Valtakunnan metsien inventointi (VMI) tuottaa tietoa Suomen metsävaroista, terveydentilasta ja monimuotoisuudesta. Inventoinnit toistetaan viiden vuoden välein mittaamalla maastossa yli 62 000 koealaa ja niiden aikana kerätään valtava määrä tietoa. VMI:n mittauksen perusteella kasvullinen metsätalousmaa, yhteensä 26 M ha (Korhonen ym. 2024) jaetaan metsämaahan (20,3 M ha), kitumaahan (2,6 M ha) ja joutomaahan (3,1 M ha) kasvupaikan puuntuotoskyvyn perusteella. Metsämaahan kuuluvat metsät, joissa kasvupotentiaali on yli 1 m³/ha/vuosi. Kitumaalla kasvupotentiaali on 0,1–1 ja joutomaalla alle 0,1 m³/ha/vuosi. Metsämaa ei kuitenkaan kokonaisuudessaan ole käytettävissä puuntuotantoon, vaan siitä noin kolmasosalla on eriasteisia rajoituksia. Siksi puhutaan myös puuntuotannon alasta, josta on vähennetty se pinta-ala, jota ei voida hyödyntää puuntuotannossa. Puuntuotannon metsämaa on siten sellaista kasvuisaa metsämaata, jossa puuntuotantoa voidaan harjoittaa Metsälain (2014) asettamissa puitteissa.

Nykytila-luvussa esitetty suometsien ja niiden puuntuotannon kuvaus perustuu VMI13:n tietoihin, jotka on kerätty maastosta 2019–2023. Kuvat 4, 5 ja 9 käsittelevät puuntuotannon metsämaalla sijaitsevia ojitetuista suometsistä. Tällöin aineistosta on rajattu pois ojittamattomat puustoiset suot, suojelualueisiin kuuluvat ojitetut suometsät, sekä kitu- ja joutomaat. Turpeen paksuuden luokittelu (kuva 3) kattaa metsätalousmaan (metsä-, kitu- ja joutomaat) ojitetut suometsät (Korhonen ym. 2024, S2). Puuston keski-kasvut (taulukot 1 ja 2) ja tilavuudet ovat metsämaan puustoisilta soilta puuntuotannon alalta. Taulukossa 1 käsitellään vain ojitetuista soista, mutta taulukon 2 luvut sisältävät myös ojittamattomat suot. Pohjois-Suomi käsittää Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin maakunnat, Etelä-Suomi muut maakunnat.

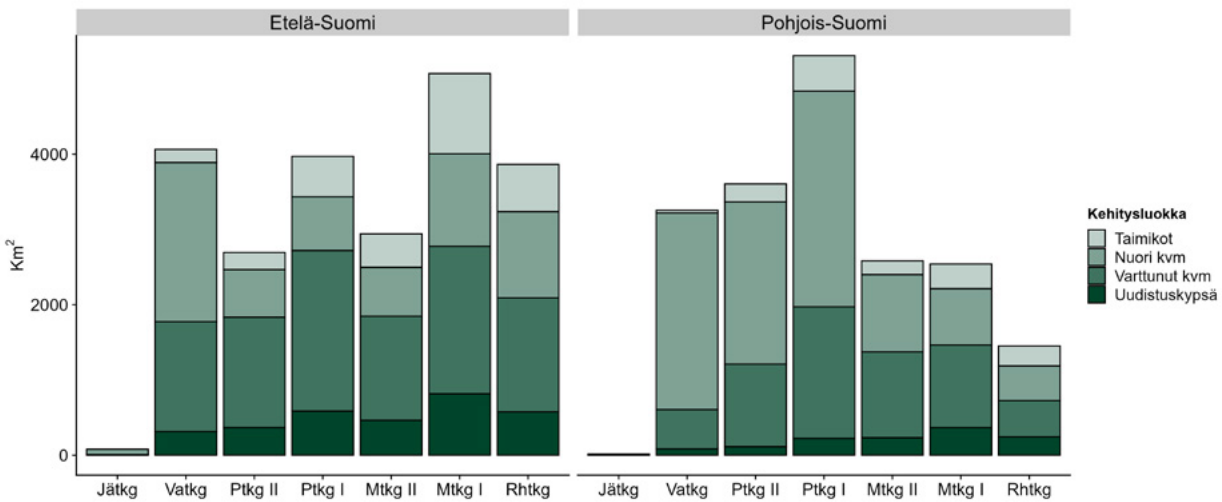
2.5. Ojitetujen suometsien puuntuotanto

Puuntuotantoon käytettävissä olevaa, metsämaahan kuuluvaa ojitetua suometsää on Suomessa 4,3 milj. ha (Tietolaatikko 1, Korhonen ym. 2024 S2). Niiden pinta-ala on noin 23 % puuntuotannon metsämaan kokonaispinta-alasta. Hieman yli puolet (55 %) ojitetuista suometsistä sijaitsee Etelä-Suomessa.

Etelä-Suomen ojitetuista suometsistä huomattava osuus on runsasravinteisia ruoho- ja mustikaturvekankaita, kun taas Pohjois-Suomessa puolukka- ja varputurvekankaat ovat yleisimpiä (Kuva 4). Jäkäläturvekankaiden osuus metsämaasta on häviävän pieni, sillä suurin osa niistä luetaan kitu- ja joutomaihin ja jäkäläturvekankaiksi kehittyviä soita on ylipäättään ojitettu vain vähän. Etelä-Suomen ojitetut suometsät ovat järeytyneet nopeasti ja muistuttavat jo kehitysluokkajakaumaltaan kivennäismaiden metsiä. Etelä-Suomen suometsistä uudistuskypsien ja varttuneiden kasvatusmetsien osuus eri kasvupaikoilla on varpu- ja jäkäläturvekankaita lukuun ottamatta yli

50 %. Tämä kertoo lähitulevaisuudessa suometsien hakuuomahdollisuuksien lisääntymisestä, sillä uudistushakkuut ja suurin osa harvennushakkuista kohdistuvat näihin kehitysluokkiin. Pohjois-Suomessa nuoret kasvatusmetsät ovat suurin ryhmä erityisesti puolukka- ja varputurvekankailla, ja ero kivennäismaiden metsien kehitysluokkajakaumaan on selkeä. Yksi selvä syy Pohjois-Suomen suometsien kasvatusmetsäpainotteisuuteen lienee se, että ensimmäisen ojituksen jälkeisen puusukupolven iäkkäiden puustojen järeytyminen uudistuskypsiksi on hitaampaa kuin kivennäismailla. Näiden pääsääntöisesti 1960- ja 1970-luvuilla ojitetujen suometsien puusto on syntynyt joko jo ennen ojitusta tai välittömästi sen jälkeen. Varttuneita kasvatusmetsiä ja uudistuskypsiä metsiä löytyy sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa erityisesti runsasravinteisista kasvupaikkatyypeistä, joten lähitulevaisuuden hakkuutkin kohdistuvat näille kasvupaikoille.

Kuva 4: Ojitettujen suometsien puuntuotannon metsämaan pinta-ala kehitysluokittain eri kasvupaikoilla VMI13:n mukaan. Jätkg = jäkäläturvekangas, Vatkg = varputurvekangas, Ptkg = puolukkaturvekangas, Mtkg = mustikkaturvekangas, Rhtkg = ruohoturvekangas. Mustikka- ja puolukkaturvekankaat on jaettu edelleen I-tyyppisiin ja II-tyyppisiin.



Suometsiä pidettiin pitkään vähäpuustoisina ja huonosti kasvavina paikkoina, joiden puuntuotanto kalpeni kivennäismaihin verrattuna. Ojitusten alkuvuosina tämä olikin totta. VMI13:n mukaan suometsät ovat kuitenkin kuroneet umpeen eroaan kivennäismaihin puuston keskitilavuuksissa, ja puuston keskitilavuus kivennäismailla oli 124 m³/ha ja suometsissä 117 m³/ha. Ero keskitilavuudessa on keskimääräistä suurempi Etelä-Suomen metsissä (152 vs. 135 m³/ha), mutta Pohjois-Suomessa puuston keskitilavuus on pienempi kivennäismailla kuin suometsissä (90 vs. 97 m³/ha).

Etelä-Suomessa puuston keskimääräinen kasvu on VMI13:n mukaan selvästi korkeampi kivennäismailla kuin suometsissä (6,9 vs. 5,7 m³/ha/vuosi), mutta Pohjois-Suomessa tilanne on päinvastainen (3,0 vs. 3,8 m³/ha/vuosi). Kasvupaikkakohtaisista eroista

voidaan todeta, että puuston kasvu on turvemilla kivennäismaita suurempaa keski- ja niukkaravinteisilla kasvupaikoilla ja vastaavasti kivennäismaita pienempää runsasravinteisimmilla kasvupaikoilla (Taulukko 1).

Suometsien usein pienempi keskitilavuus ja vähäisempi kasvu verrattuna kivennäismaametsiin johtuvat useista tekijöistä. Ojitusalueilla puuston määrä on luonnostaan pienempi, koska ojaverkosto itsessään vähentää juuriston käytettävissä olevaa pinta-alaa ja siten puiden kasvutilaa. Toiseksi löyhässä turvemaassa kasvavat puut joutuvat sijoittamaan suuremman osan biomassastaan juuristoon (Laiho & Finér 1996), mikä myös vähentää rungon ja latvuksen kasvua. Pohjois-Suomessa kivennäismaiden suurempaa tilavuutta ja kasvua selittää osaltaan se, että taimikoiden osuus on siellä suurempi kivennäismailla kuin suometsissä.

Taulukko 1: Puuston keskimääräinen kasvu (m³/ha/vuosi) kasvupaikoittain Etelä- ja Pohjois-Suomessa puuntuotannon metsämaalla ojitetuissa suometsissä ja kivennäismailla (VMI13). Suometsien mustikka- ja puolukkaturvekankaat jaetaan I ja II-luokkaan suon alkuperäisen suotyypin mukaan. Tälle jaottelulle ei ole vastaavuutta kivennäismailla.

Ojitetut suometsät			Kivennäismaat		
Kasvupaikka	Etelä-Suomi	Pohj.-Suomi	Kasvupaikka	Etelä-Suomi	Pohj.-Suomi
Rhtkg	8,4	4,5	Lehtomainen kangas	9,2	6,3
Mtkgl	7,0	5,8	Tuore kangas	6,9	3,7
MtkgII	6,4	4,3			
Ptkgl	4,9	3,5	Kuivahko kangas	4,7	2,5
PtkgII	4,4	3,3			
Vatkg	3,0	2,3	Kuiva kangas	2,6	1,9

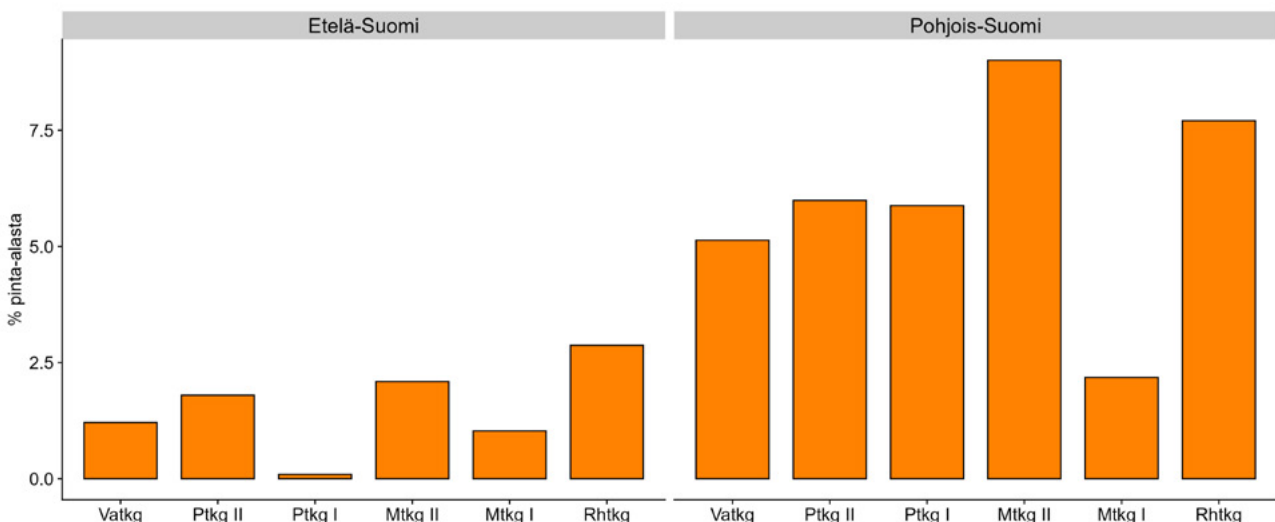
Kuten kivennäismaiden metsien, myös suometsien vuotuinen kasvu on tasaantunut ja kääntynyt laskuun (taulukko 2). Metsien ikärakenne selittää alentuneesta kasvusta suuren osan: Koska suuri osa suometsien puustoista on mäntyvaltaisia ja syntynyt 1960- ja 1970-luvuilla, ne saavuttivat suurimman vuotuisen kasvun tason noin 20 vuotta sitten. Sen jälkeen niiden kasvu on hidastunut. Muita tärkeitä syitä ilmiön taustalla ovat mäntyvaltaisten metsien runsas käpytuotanto, liian voimakkaat harvennukset ja mahdollisesti kuivuus (Hynynen ym. 2024). Nämä koskevat yhtä lailla sekä kivennäismaa- että suometsiä. Muita mahdollisia, erityisesti suometsiä koskevia syitä kasvun vähenemiselle ovat kaliumin ja fosforin puutokset. Näiden ravinteiden puutoksesta aiheutuvat kasvun alenemat lienevät ojitetuissa suometsissä melko tavallisia, sillä puuston ravinnepuutoksesta kertovia oireita havaittiin VMI13:ssa Etelä-Suomessa 1,4 %:lla ja Pohjois-Suomessa 5,8 %:lla suometsistä painottuen runsasravinteisiin suometsiin ja II-tyyppin kasvupaikoille (kuva 5). Osa ravinnepuutoksista jää todennäköisesti havaitsematta, sillä ravinnepuutosoireet ilmenevät latvuksen yläosissa ja neulasissa, jolloin niiden havaitseminen kentällä on vaativaa. Puuston kasvu voi myös alentua jo ennen näkyvien puutosoireiden ilmaantumista.

Valtaosa suometsistä edustaa vielä ensimmäistä ojituksen jälkeistä puusukupolvea, jolloin niiden puusto on syntynyt joko jo ennen ojitusta tai välittömästi sen jälkeen. Toisen ojituksen jälkeisen puusukupolven metsillä tarkoitetaan puolestaan suometsiä, joiden puusto on syntynyt ensimmäisen sukupolven päätehakkuihin jälkeen - joko luontaisesti tai viljelyn tuloksena. Käytännössä näitä ovat tällä hetkellä taimikot ja suurin osa nuoriin kasvatusmetsiin luettavista metsistä (Kuva 4). Ensimmäisen puusukupolven metsät eroavat toisesta sukupolvesta monin tavoin. Niiden puustorakenne on usein epätasainen: erityisesti II-tyyppin kasvupaikoilla esiintyy ryhmittyneisyyttä, ja puiden läpimittojen vaihtelu metsikön sisällä on usein suurta (Sarkkola ym. 2003, 2004). Ensimmäisen puusukupolven metsien puustot järetyvät hitaammin, sillä ojitamattomalla suolla hitaasti kasvaneiden tilavuuskasvu elpyy ojituksen jälkeen viiveellä. Kun ensimmäisen puusukupolven metsät uudistetaan, käytössä ovat nykyaikaiset metsänhoidon menetelmät, kuten tehokkaat maanmuokkaustekniikat ja jalostettu taimimateriaali.

Taulukko 2: Suometsien puuston keskimääräinen kasvu (m³/ha/vuosi) metsämaalla Etelä- ja Pohjois-Suomessa VMI8:sta VMI13:sta.

VMI8 (1986-1994)		VMI11 (2009-2013)		VMI13 (2019-2023)	
Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
4,4	2,2	5,8	4,1	5,7	3,8

Kuva 5: Ravinnepuutosten esiintyminen (% kokonaispinta-alasta) ojitetuissa suometsissä puuntuotannon metsämaalla (VMI13).



Metsänhoidon menetelmien kehityksen sekä turve-
maan kuivumisen myötä muuttuneiden ominaisuuksien
perusteella voidaan odottaa, että toisen puusukupolven
metsien kasvu ja kehitys on huomattavasti nopeampaa
kuin ensimmäisen puusukupolven metsissä, ja näin
näyttääkin uusimpien VMI-tulosten perusteella olevan.
Myös samanaikaisella siirtymisellä luontaisesti
syntyneistä metsistä istutusmetsiin voi olla suuri
vaikutus puuston kasvuun. Kuvassa 6 vertaillaan
metsämaan ojitusalueiden istutusmänniköiden puiden
läpimitan kasvua luontaisesti syntyneisiin männiköihin
läpimittaluokittain. Koska tarkastelu on rajattu
pieniläpimittäisiin puihin (≤ 16 cm), aineisto sisältää
pääasiassa toisen sukupolven puustoja. Tulosten
mukaan turvemaiden istutusmänniköissä läpimitan
kasvu oli merkittävästi suurempaa kuin luontaisesti
syntyneissä männiköissä.

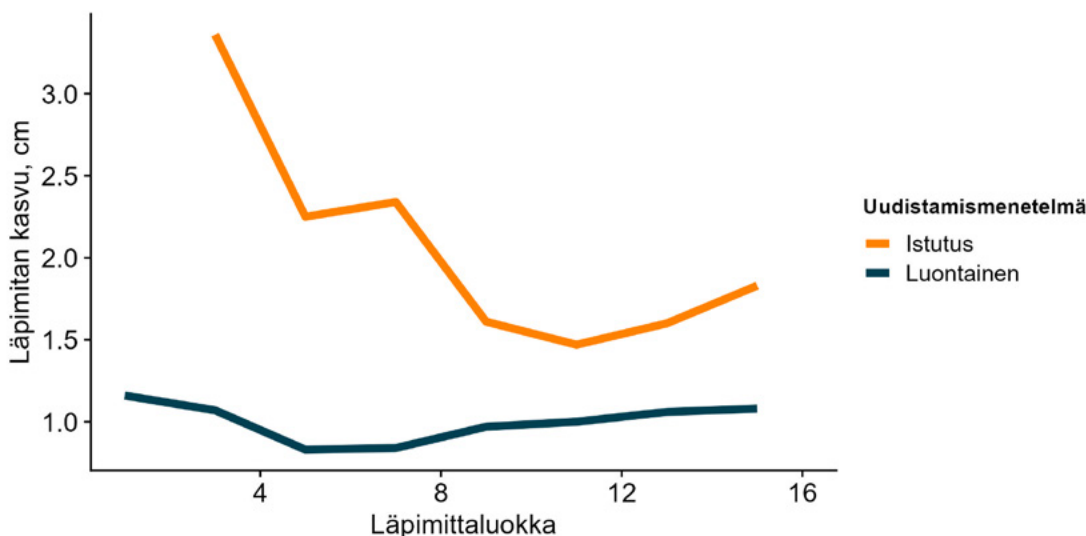
Ojitustoiminnan voidaan hyvällä syyllä katsoa saavut-
taneen alkuperäisen tavoitteensa puuntuotannon ja
metsäsektorin näkökulmasta. Metsämaahan kuuluvien
metsien pinta-ala on kasvanut yli kahdella miljoonalla
hehtaarilla 1920-luvun noin 18 miljoonasta hehtaarista,
ja samalla ojitamattomien ja ojitettujen suometsien
puuston kokonaistilavuus on kaksinkertaistunut
252 miljoonasta kuutiometristä 513 miljoonaan
kuutiometriin 65 vuodessa (Hökkä ym. 2002, Korhonen
ym. 2017). Ojitetut suometsät kasvavat nykyisin
pääosin samoin kuin kivennäismaametsät - ojitus on
onnistunut muuttamaan suot kasvullisiksi metsiksi.
Puuntuotannon näkökulmasta ojitukset ovat olleet
menestystarina, joka on merkittävästi kasvattanut
Suomen metsävaroja.

2.6. Suometsätalouden aiheuttama vesistökuormitus

Suolle tulee vettä sateen lisäksi suon valuma-alueelta,
johon voi itse suon lisäksi kuulua paljonkin kivennäis-
maita. Ojittamaton suo suodattaa valuma-alueelta ve-
sistöihin virtaavia vesiä. Suohon kertyvään turpeeseen
poistuu vedestä erityisesti kivennäisravinteita kuten
fosforia (Turunen & Sallantaus 2023). Suot suodattavat
tehokkaasti vedestä pois myös kiintoainesta. Toisaalta
suolta liukenee veteen orgaanisia yhdisteitä, kuten
humusta. Kun suo ojitetaan, sille valuma-alueelta
tulevat vedet ohjataan ojia pitkin nopeasti vesistöön
ja suon vesiä suodattava vaikutus loppuu. Ojitetusta
turvemaasta myös vapautuu tehostuneen hajotuksen
myötä vesistöihin kivennäisravinteita ja tyyppiä, sekä
liuennaita ja hiukkasmaisia orgaanisia hiiliyhdisteitä.
Lisäksi ojien seinämistä ja pohjista irtoaa veteen
kiintoainesta, jota laskeutuu vesistöjen pohjiin.
Ravinteita ja orgaanista hiiltä kulkeutuu vesistöihin
myös kiintoaineksen osana.

Ojituksen aiheuttamien muutosten takia metsäojitus
aiheuttaa vesistöihin kiintoaineksen, orgaanisen hiilen
ja ravinteiden kuormitusta. Ravinteista erityisesti
fosfori ja typpi ovat vesistöille haitallisia niiden
rehevöittävän vaikutuksen vuoksi. Kiintoainekuormi-
tus vähenee ojituksen jälkeen ojien sammaloituessa,
mutta lisääntyy aina, kun ojia perataan. Vaikka myös
ojittamattomista soista kulkeutuu vesistöihin jonkin
verran humusta ja ravinteita, ojitettujen soiden
vesistökuormitus on moninkertaisesti suurempaa
kuin ojitamattomien soiden tai kivennäismaiden
metsien (Finér ym. 2021).

Kuva 6: Istutettujen ja luontaisesti syntyneiden männiköiden keskimääräinen viiden vuoden
läpimitan kasvu (cm) läpimittaluokittain (VMI12).



Suurin osa suometsätalouden ravinnekuormituksesta on ojituksen aiheuttamaa pitkäaikaisvaikutusta, niin kutsuttua ojitusaluetta (kuva 7): kuormitus pysyy ojitamatonta suota korkeammalla tasolla kuivatuksen jatkuessa, vaikka metsässä ei tehtäisi hakkuuta tai muita toimenpiteitä (Nieminen ym. 2020). Hakkuut ja maanmuokkaukset aiheuttavat tämän lisäksi kuormituspiikkejä. Piikit ovat sitä voimakkaampia, mitä voimakkaimmista hakkuista on kyse, ja kestävät 1-3 vuotta (Finér ym. 2010). Mitä enemmän puustoa poistetaan, sitä enemmän puuston ravinteiden otto vähenee ja ravinteita vapautuu hakkuutähteistä. Lisäksi vedenpinta nousee, mikä lisää maaperän hapettomuutta ja ravinteiden liukoisuutta veteen. Myös aiempaa suurempi osa satavasta vedestä valuu ojiin ja huuhtoo ravinteita mukanaan.

Ojituksella on ravinne-, kiintoaines- ja humuskuormituksen lisäksi muitakin vaikutuksia veden laatuun ja määrään vesistöissä. Orgaanisen hiilen huuhtoutuminen aiheuttaa vesistöjen tummumista, mikä vähentää vesiekosysteemiin tulevan valon määrää ja huonontaa vesistöjen ekologista tilaa monen eri mekanismin kautta (Härkönen ym. 2023). Tummuminen vaikeuttaa veden käyttöä esimerkiksi juomavedeksi sekä vähentää vesistöjen virkistysarvoa. Tummumista lisää myös raudan huuhtoutuminen sellaisilta ojitusalueilta, joiden maaperässä on merkittävästi rautaa. Happamien sulfaattimaiden ojitusalueilta valuu hyvin hapanta ja raskasmetallipitoista vettä maaperän kuivussa ja uudelleen vettyessä.

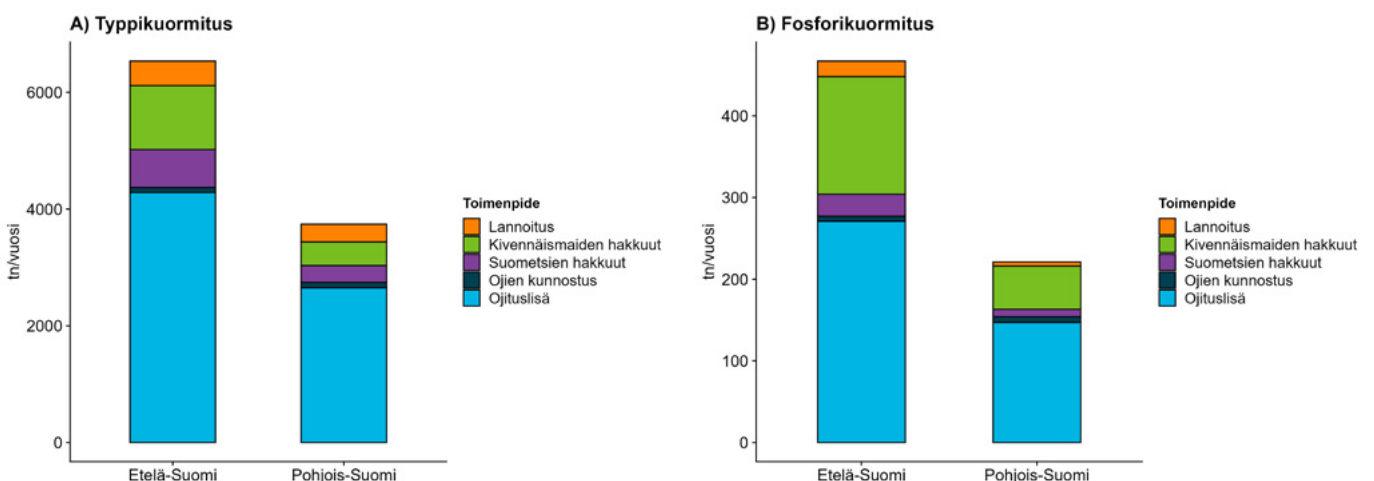
Paikallisesti metsäojituksella ja suometsätaloudella voi olla vesistöjen kunnolle ratkaiseva merkitys, koska suurin osa pienen valuma-alueen tai metsäisen alueen järven vesistä voi kulkea ojitusaluiden kautta. Myös

suurten vesistöjen kannalta ojituksella on merkitystä erityisesti liuenneiden ravinteiden (kuva 7) ja humuksen kuormituslähteenä. Ilmaston lämpeneminen todennäköisesti kiihdyttää orgaanisen aineen hajotusta ojitetuilla soilla (Alm ym. 2023). Lisäksi ilmastonmuutoksen aiheuttama sadannan lisääntyminen voi kasvattaa kuormitusta (Räike ym. 2020, Lepistö ym. 2021). Näiden tekijöiden takia suometsien haitalliset vesistövaikutukset lisääntyvät tulevaisuudessa, mikäli suometsätalouden menetelmät pysyvät ennallaan.

2.7. Suometsätalouden vaikutukset ilmastoon

Soilla on merkitystä kolmen kasvihuonekaasun, hiilidioksidin, metaanin ja typpioksiduulin, nieluina ja lähteinä. Ojitamatonta suota on hiilidioksidin nielu, koska suohon kerrostuva turve koostuu orgaanisista hiiliyhdisteistä. Suolla kasvavat kasvit ovat yhteyttäneet tämän hiilen ilmakehän hiilidioksidista. Toisaalta ojitamatonta suota on metaanin lähde, koska hajotustoiminta suon niukkahappisessa maaperässä vapauttaa metaania. Suolla on sen kehityksen alkuvaiheessa ilmastoa lämmittävä vaikutus, koska metaani on huomattavasti hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu (Frolking ym. 2006). Metaanin elinikä ilmakehässä on kuitenkin lyhyt, jolloin metaanipäästön ilmastoa lämmittävä vaikutus tasaantuu muutamassa vuosikymmenessä, vaikka ojitamatonta suota päästää jatkuvasti lisää metaania ilmakehään. Ojitamattoman suon typpioksiduulipäästöt ovat hyvin pienet (Minkinen ym. 2020), koska maaperän tyyppi on tiukasti sitoutunut turpeeseen.

Kuva 7: Metsätalouden A) typpi- ja B) fosforikuormitus 2020-luvun alkuvuosina hakkuu-, lannoitus- ja ojitustilastojen (Metsäkeskus, Luonnonvarakeskus) sekä ominaiskuormituslukujen ja kokeellisten huuhtoutumismallien (Nieminen ym. 2020) perusteella laskettuna. Ojitusaluetta laskennassa on käytetty VMI13:n mukaista ojitettujen suometsien pinta-ala. Lannoitus sisältää sekä kivennäismaiden että turvemaiden lannoituksen. Kuva: Leena Stenberg, Sakari Sarkkola ja Mika Nieminen.



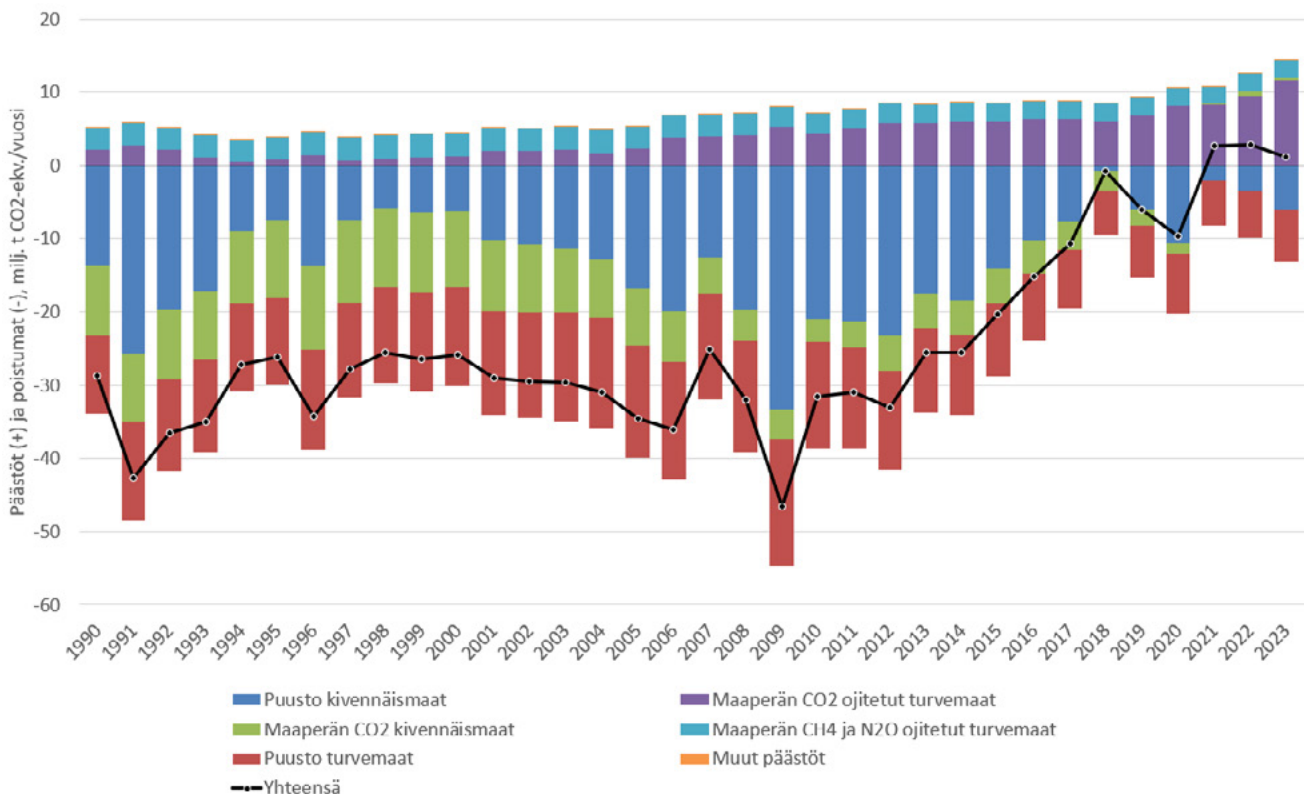
Hiilidioksidinielun ilmastoa viilentävä vaikutus kasvaa suon kerryttäessä hitaasti turvetta ja on lopulta metaanipäästön lämmittävää vaikutusta merkittävämpi, kun suo on kehittynyt satoja tai tuhansia vuosia (Frolking ym. 2006, Mathijssen ym. 2017, Piilo ym. 2020). Maapallon soiden turpeeseen on varastoitunut yli 500 Gt hiiltä (Yu ym. 2010), mikä vastaa kokoluokaltaan ilmakehän hiilidioksidivarastoa. Suomalaisessa suometsässä jo 10 cm turvekerroksessa on keskimäärin yhtä paljon hiiltä kuin 100 m³/ha puuston biomassassa. Turpeen hiilivarasto on hyvin pysyvä niin kauan kuin suota ei kuivata. Koska turpeen kertyminen on hidasta, uutta suota ei kannata ilmastomuutoksen hidastamiseksi perustaa. Jo olemassa olevan turpeen hiilivaraston säilyttäminen maaperässä on keskeistä – samaan tapaan kuin fossiilisten raaka-aineiden hiilen pitäminen poissa ilmakehästä. Vaikka fossiilisten raaka-aineiden ja turpeen muodostuminen on tapahtunut eri aikajaksoilla, niistä ilmakehään vapautuvan hiilen vaikutus on ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuksien kannalta samanlainen.

Kuivatus edistää turpeen hajoamista ojitetussa suometsässä, mikä aiheuttaa hiilidioksidi- ja typpioksiduulipäästöjä (Ojanen ym. 2013). Turpeen hajoaminen on sitä nopeampaa, mitä syvemmällä

maassa vedenpinta on, mitä lämpimämpää on ja mitä ravinteikkaampi kasvupaikka on kyseessä (Ojanen & Minkkinen 2019, Alm ym. 2023). Metsäojituksella on kuitenkin ollut ojitusta seuranneen ensimmäisen kiertoajan ajan ilmastoa viilentävä vaikutus, mikä johtuu maaperän metaanipäästön pienenemisestä ojituksen jälkeen ja hiilen sitoutumisesta kasvavaan puustoon. Hiilen kertyminen kasvavaan puustoon on nopeampaa kuin hiilen kertyminen ojitamattoman suon maaperään. Useita kiertoaikoja tarkasteltaessa metsäojituksella on voimakas ilmastoa lämmittävä vaikutus, jos paksu kerros turvetta hajoaa ja pääosa puuston hiilivarastosta vapautuu hakkuiden jälkeen muutamassa vuosikymmenessä takaisin ilmakehään (Ojanen & Minkkinen 2020, Launiainen ym. 2025).

Suomen kasvihuonekaasupäästöissä ojitettujen suometsien maaperä näyttelee merkittävää osaa, sillä se heikentää merkittävästi metsien mahdollisuuksia toimia kasvihuonekaasunieluna (Kuva 8). Tällä hetkellä hiilen vapautuminen suometsien maaperästä on samaa kokoluokkaa kuin kaikkien metsien puuston hiilen sidonta yhteensä. Maaperän päästöt ovat kasvusuunnassa ilmaston lämpenemisen myötä. Toisaalta päästöjä voidaan hillitä, jos vedenpintaa nostetaan suon kuivatusta vähentämällä.

Kuva 8. Suomen metsien puuston ja maaperän kasvihuonekaasupäästöt ja poistumat vuosina 1990–2023 Kasvihuoneinventaarion (2023) mukaan. CO₂ = hiilidioksidi, CH₄ = metaani, N₂O = typpioksiduuli.



2.8. Suometsätalouden vaikutukset monimuotoisuuteen

Suoekosysteemin muuttuminen ojitetun suometsän turvekangasekosysteemiksi lähtee liikkeelle kasvillisuuden sukkessiosta. Kun turpeen vedenpintaa lasketaan, häviävät ensimmäisenä rahkasammalet (Saarinen & Hotanen 2000). Maaperä muuttuu kuivatuksen myötä aiempaa hapellisemmaksi, mikä parantaa metsäkasvien elinolosuhteita suolajien kustannuksella. Puuston kasvun lisääntyessä suomaisema alkaa sulkeutua, ja tämä heikentää avoimiin ympäristöihin sopeutunutta eläinlajistoa. Suot ovat ensisijainen ympäristö 280 Punaisen listan lajille, mikä on 4 % kaikista uhanalaisista lajeista. Punaisen listan suolajeista 161 on hyönteisiä kuten kaksisiipisiä ja perhosia (Hyvärinen ym. 2019). Listalla on myös sammalia, putkilokasveja ja joitakin jäkälä- ja lintulajeja. Linnuista merkittävä lajiesimerkki on riekko, joka pesii suoympäristöissä. Sen levinneisyys ulottui aiemmin Etelä-Suomeen saakka, mutta on supistunut elinympäristön vähenemisen myötä. Nykyisin sitä tavataan lähinnä Pohjanmaa-Kainuu-aluetta pohjoisempänä (Hyvärinen ym. 2019).

Ojituksen seurauksena monen suoluontotyypin pinta-ala on pienentynyt voimakkaasti. Suoluontotyypeistä 54 % on uhanalaisia ja 20 % silmälläpidettäviä (Kaakinen ym. 2018). Kaikkein uhanalaisimpia ovat rehevät suoluontotyypit kuten korvet, letot ja neva- ja lettokorvet, joita raivattiin suuressa määrin jo 1900-luvun alussa metsätalouden ja maanviljelyn käyttöön. Suuri osa ojitetuista ohutturpeisista korvista on kuivunut niin pitkälle, että niiden turvekerros on hajonnut kokonaan ja ne luetaan nykyisin kivennäismaiksi. Letot ja korvet korostuvat erityisesti uhanlaisten kasvien elinympäristönä (Hyvärinen ym. 2019).

Luhdat, eli voimakkaasti pintavesivaikutteiset, märät ja rehevät suokuviot, sijaitsevat usein erilaisten vesistöjen yhteydessä (kuva 1). Suoranaisen metsätalouteen kuivatuksen lisäksi luhtaluontoa onkin menetetty runsaasti, koska ojituksen yhteydessä ojia on kaivettu luhtien läpi johtamaan ojitusalueen vesiä vesistöihin. Ojitusalueen yhteydessä olevat purot, norot ja lähteiköt on myös tyypillisesti kuivattu tai perattu suon kuivatuksen ja veden poiskuljetuksen tehostamiseksi sekä puun uittamiseksi, eli käytännössä muutettu ojiksi (Lammi ym. 2018). Suurempien vesistöjen monimuotoisuuteen ojitus on vaikuttanut ravinne- ja kiintoainekuormituksen kautta.



Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

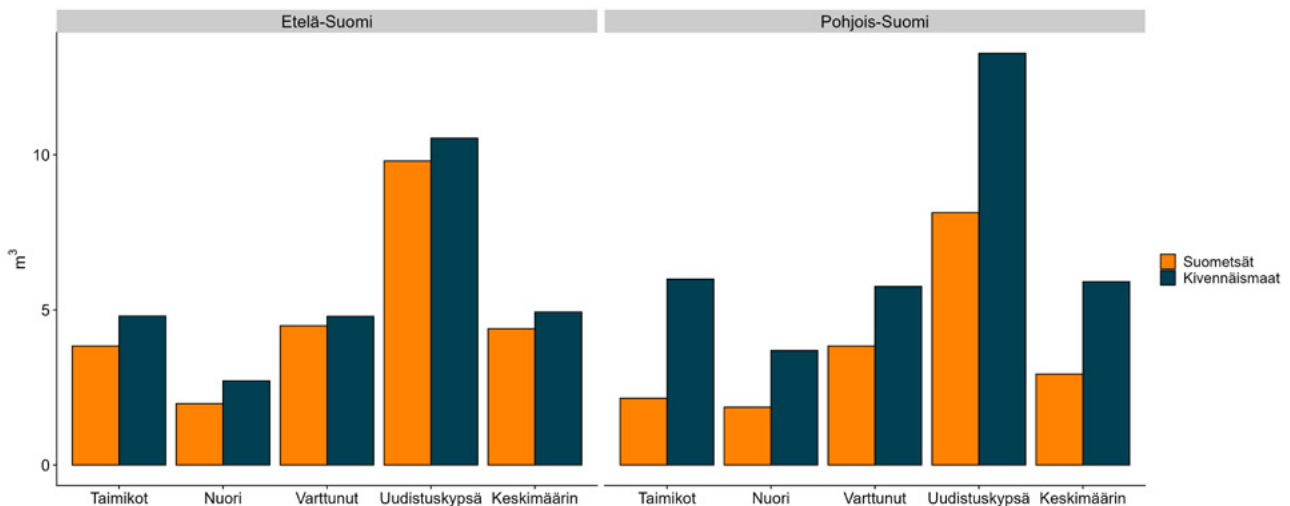
Metsäojittamisen hintana onkin ollut suo- ja vesi-luonnon monimuotoisuuden heikentyminen lajiston, luontotyyppien ja maiseman tasolla. Alkuperäisen suoluonnon tilalle olemme saaneet suuren määrän ojitettuja suometsiä, jotka ovat uudenlainen, ihmisen voimakkaasti muokkaama elinympäristö. Ei ole lajistoa, joka olisi erikoistunut elämään juuri näissä ekosysteemeissä. Ojitettujen suometsien käyttötavoilla voi kuitenkin niiden suuren pinta-alan vuoksi merkittävä vaikutus paitsi suo- myös metsäluonnon monimuotoisuuden kehitykselle tulevaisuudessa.

Märempinä säilyneet suometsät voivat ojituksen jälkeenkin tarjota elinympäristön osalle soiden lajeista ja niillä voi edelleen esiintyä rahkasammalia, suovarpuja ja muita puustoisten soiden yleisiä lajeja. Myös lähtötilanteeltaan rehevillä, mutta puunkasvulle ravinteisuudeltaan epäsuhtaisilla heikkotuottoisilla soilla kuivatussukessio on voinut jäädä kesken. Niillä voi esiintyä sekä soille että turvekankailla tyypillistä lajistoa, ja erityisesti rehevillä lettosyntyisillä ojitusaloilla (lettokorpi, lettoräme, koivuletto) voi löytyä jopa arvokasta lettolajistoa (Hotanen ym. 2018).

Pääsääntöisesti ojitetut suometsät eivät sovellu elinympäristöiksi vaateliaille suolajeille, vaan lähinnä tavanomaisille metsälajeille (Kaakinen ym. 2018, Hotanen ym. 2018). Mikäli turvekankailla pääsee kehittymään luontaisen kaltainen puustorakenne

ja lahoppuujatkumo, niillä voi olla merkitystä metsäluonnon suojelun näkökulmasta. Kuitenkin tutkimusten mukaan ojitetuissa suometsissä on nykyisin vain vähän näitä piirteitä: puustorakenne on arvioitu luonnontilaiseksi tai luonnontilaisen kaltaiseksi vain hyvin pienellä osalla ojitetuista suometsistä (alle 1%). Melko luonnontilaisia on 7 %, kun taas valtaosa, melkein 93 % on puuston tilajärjestykseltään tasaisia ja puulaji- ja kokojakaumaltaan yksipuolisia esimerkiksi viljelyn tai harvennusten seurauksena (Hotanen ym. 2018 viitteineen). Tasaisia puustoja on erityisesti mäntyvaltaisten metsien joukossa, sen sijaan ojitettujen suometsien kuusikoissa voi olla huomattavaakin rakenteellista vaihtelua. Varsinkin ruohoturvekankailla aluskasvillisuus, pensaskerros ja puusto voivat olla hyvin monimuotoisia ja monilajisia, ja niitä voidaan kivennäismaiden lehtojen tapaan pitää monimuotoisuuden kannalta arvokkaina (Hotanen ym. 2015). Kuollutta puuta on puuntuotannon metsämaahan kuuluvissa ojitetuissa suometsissä keskimäärin 3,7 m³/ha, eli vähemmän kuin vastaavissa kivennäismaametsissä (5,3 m³/ha). Erot ovat suurimmillaan Pohjois-Suomen uudistuskypsissä metsissä (kuva 9).

Kuva 9: Kuolleen puun määrä (m³/ha) ojitettujen suometsien eri kehitysluokissa puuntuotannon metsämaalla (VM113).



3. Toimenpiteet

- Miten siirrymme nykytilasta visioon?

Tämän vision keskeisenä muutoksena suometsätaloudessa on siirtyminen soiden kuivatuksesta kosteikkometsätalouteen. Seuraavassa hahmotellaan, mitä kosteikkometsätalous ja siihen siirtyminen tarkoittaisivat. Luvussa 3.2. kuvataan kuviotason toimintaa, Luvussa 3.3. valuma-alueen merkitystä ja luvussa 3.4. esitellään käytännön toimenpiteitä.

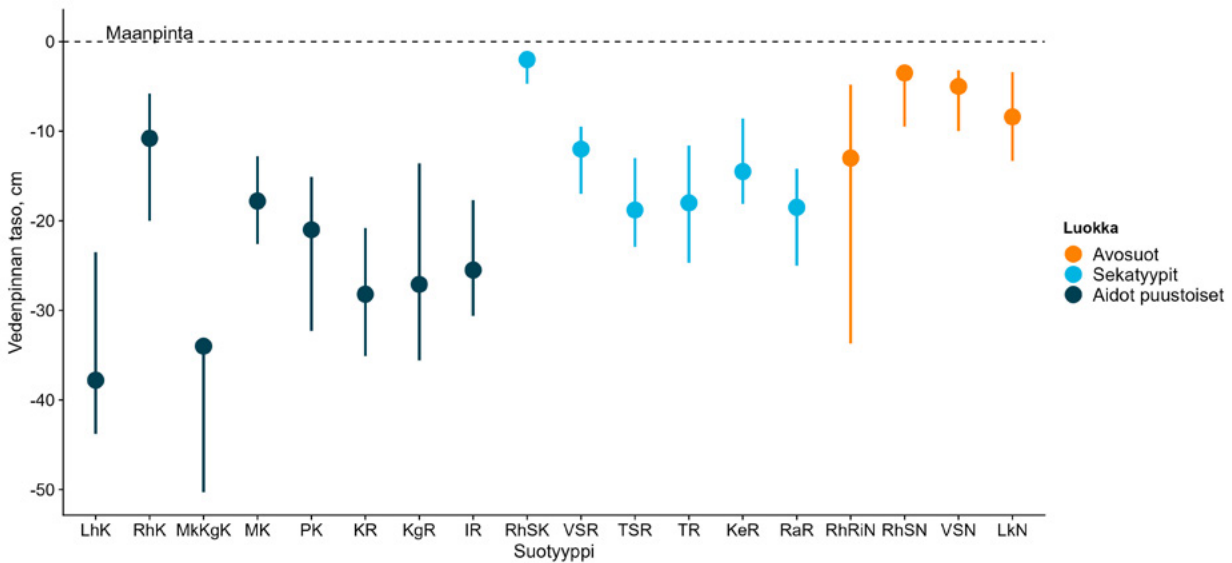
3.1. Kosteikkometsätalous

Kosteikkoviljelyllä (engl. *paludiculture*) tarkoitetaan märkien ja vetettyjen turvemaiden tuotannollista käyttöä, joka suojaa turvekerrasta hajoamiselta vähentäen siten hiilidioksidipäästöjä maasta. Käytännössä kosteikkoviljelyssä ojitetun suon vedenpinta nostetaan maanpinnan tasolle jäljitellen avosuon olosuhteita, minkä jälkeen aluetta hyödynnetään biomassan tuotantoon viljelemällä kosteammassa oloissa viihtyviä tai pärjääviä kasveja. Näitä ovat mm. sarat, järviruoko, osmankäämi ja ruokohelvi. Kosteikkoviljelyä on kehitetty erityisesti Keski-Euroopassa maatalousmailla, ja Suomessa sitä on harjoitettu toistaiseksi vain koeluonteisesti.

Kosteikkometsätalous (engl. *paludisilviculture*) on toistaiseksi vailla virallista määritelmää. Kosteikkoviljelyn periaatteita soveltaen se voidaan hahmottaa metsätalouden muotona, jossa vedenpinnan tasoa pidetään maan hiilivaraston turvaamiseksi korkeammalla kuin ojitetuissa suometsissä perinteisesti, mutta puuntuotantoa harjoitetaan edelleen kannattavasti. Tällöin vedenpinnan tason tavoitekorkeutena on runsaspuustoisimpien, aitojen puustoisten suotyyppien taso, joka on selvästi syvemmällä kuin avosoiden vedenpinta (kuva 10). Kosteikkometsätaloudessa maaperän hiilivaraston hupeneminen on saatu pysäytettyä tai merkittävästi vähennettyä ja ojitetuilta soilta tuleva kuivatuksen aiheuttama vesistökuormitus (ns. ojituslisä) loppumaan. Kosteikkometsätalouden piirissä olevassa suometsässä viihtyvät metsälajien lisäksi myös monet ojittamattomien suometsien lajit.

Ojittamattomien, puustoisten soiden kasvukauden aikainen vedenpinnan taso vaihtelee puuston määrän ja suotyyppin mukaan noin 20-40 cm:n välillä (Kuva 10). Laajoja, koko Suomen kattavia inventaarioita suometsien vedenpinnantasosta ei ole, mutta tutkimuksissa on todettu ojitettujen suometsien olevan varsin tehokkaasti kuivattuja (Sarkkola ym. 2010, Ojanen ym. 2013). Puuston kasvu ei kuitenkaan hyödy lisäkuivatuksesta, kun vedenpinta on syvemmällä kuin 40 cm:ssä (Sarkkola ym. 2012). Vedenpinnan tason nosto vähentää turpeen hajoamisesta aiheutuvia ilmastojä ja vesistöpäästöjä, mutta mahdollistaa silti puuntuotannon. Joissakin tilanteissa puuston kasvu voi jopa lisääntyä, sillä tehokkaasti kuivatetuilla turvemaidella puut voivat vähäsateisina kesinä kärsiä kuivuudesta (Hökkä ym. 2025).

Kuva 10: Mediaanivedenpinta Oriveden Lakkasuon ojittamattomilla suotyypeillä kasvukausina 1993-1994. Palkit mediaanien ympärillä kuvaavat maksimi- ja minimivedenpintoja. Vasemmalta alkaen Lhk-PK ovat aitoja puustoisia korpityyppejä, KR-IR aitoja puustoisia rämeitä, RhSK-KeR sekatyypin soita, joilla on puustoista mätäs- ja puutonta välipintaa, ja RaR-LkN ovat avosoiita. Kuva: Raija Laiho, Sakari Sarkkola Lainetta ym. (2002) mukaillen.



Kosteikkometsätaloudessa tulisi tavoitella kasvukauden loppupuolella (heinä-elokuu) keskimäärin 30 cm:n vedenpinnan tasoa, ja estää vedenpinnan laskeminen yli 50 cm syvyydelle. Kasvukauden ulkopuolella tai sen alussa vedenpinta voi olla myös tätä korkeammalla, sillä tästä ei näytä olevan haittaa puuston kasvulle. Päinvastoin kevään korkea vedenpinta voi jopa lisätä ainakin männyn kasvua (Pelkonen 1975, 1976). 30 cm:n vedenpinnan taso edustaa kompromissia puuston kasvulle riittävän kuivatuksen (Hökkä ym. 2021), turpeen säilymisen ja metaanipäästöjen välillä: 30 cm on riittävän korkea turpeen hajoamisen merkittäväksi hidastamiseksi (Ojanen & Minkkinen 2019), mutta ei niin korkea, että metaanipäästöt kasvaisivat merkittävästi (Ojanen ym. 2013). Nykyiset metsänhoidon-suositukset määrittelevät vedenpinnan tavoitetasoksi suometsissä 30-40 cm (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2025).

Vedenpinnan tason noston myötä puiden juurten ulottuvilla oleva hapekas maakerros, josta ravinteita vapautuu ja ravinteidenotto pääosin tapahtuu, ohentuu. Lannoituksella voidaan kuitenkin kompensoida tätä (Huikari ja Paarlahti 1967). Lannoituksella voidaan saada jopa parempi kasvuvaste märissä kuin kuivissa olosuhteissa (Pietiläinen ja Moilanen 2003, Väänänen ym. 2024b). Puuston taloudellisesti kannattava kasvattaminen voi olla mahdollista myös korkeammalla vedenpinnan tasolla kuin tässä esitetty 30 cm. Esimerkiksi kasvukauden aikainen 25 cm:n vedenpinnan taso ei näytä vähentävän mäntyjen kasvua (Hökkä ym. 2025). Myös hieskoivu sietää hyvin kosteita

olosuhteita. Kuusen osalta tutkimustietoa ei ole, mutta käytännön kokemuksen mukaan se on herkempi liialliselle märkyydelle kuin mänty. Puulajivalikoiman laajentaminen on yksi keino kosteikkometsätalouteen siirtymisessä - esimerkiksi Etelä- ja Keski-Suomessa tervaleppä voisi rehevillä ruohoturvekankailla kasvaa hyvinkin märissä oloissa. Metsänjalostuksen keinoin olisi myös mahdollista löytää männyn ja kuusen genotyyppisiä, jotka sietäisivät nykyistä kosteampia olosuhteita (Repo ym. 2020).

Kosteikkometsätalouteen siirtyminen edellyttää suuressa osassa suometsiä kuivatuksen vähentämistä (kuva 11). Keinot kuivatuksen vähentämiseen vaihtelevat kasvupaikan ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Esimerkiksi varpu- ja puolukkaturvekankaiden suometsät ovat lähtökohtaisesti runsasravinteisia suometsiä märempiä ja vähäpuustoisempia, joten metsänomistajilta tarvitaan lähinnä passiivisia toimenpiteitä, eli ojien kunnostamisesta pidättäytymistä. Käytännössä ojien annetaan vähitellen kasvaa osittain umpeen, mikä myös vähentää eroosiota ja ojista peräisin olevia metaanipäästöjä (Rissanen ym. 2023). Koska ojien umpeenkasvu on hidasta eivätkä kaikki ojat kasva umpeen, vedenpinnan nosto tehokkaimmin kuivatuilla alueilla edellyttää aktiivisia toimenpiteitä, kuten ojien osittaista patoamista tai tukkimista ja suometsän kastelemista valuma-alueelta johdettavilla vesillä. Tämänkaltaisen aktiivinen vedenpinnan nosto koskee erityisesti Etelä-Suomen runsasravinteisia, paksaturpeisia suometsiä, joissa turpeen hajoamisen hillitseminen on tärkeää ja puuston suota kuivattava vaikutus suurin.

Siirtymä kosteikkometsätalouteen erityisesti aktiivisen vedenpinnan noston yhteydessä tulee tehdä hallitusti, sillä liian nopeasti korkealle nouseva vedenpinta voi vähentää puuston kasvua ja lisätä kuolleisuutta (Repo ym. 2020). Vedenpinnan noston ajoituksesta ja teknisestä toteutuksesta tarvitaan tutkimusta.

Ojien kunnostusta tulisi harkita vain kohteilla, joissa vedenpinta on kasvukauden loppupuolella lähempänä maanpintaa kuin 30 cm. Etelä-Suomessa ojien kunnostuksesta voitaisiin pääosin luopua, mutta Pohjois-Suomen kosteissa olosuhteissa ojien kunnostusta voidaan edelleen tarvita. Ennen ojien kunnostukseen ryhtymistä täytyy myös harkita, voidaanko se korvata tuhkalannoituksella. Tuhkalannoitus voi lisätä puuston kasvua märissäkin olosuhteissa ja madaltaa vedenpinnan tasoa lisäämällä puuston haihdutusta. Mikäli ojien kunnostamiseen päädytään, kuivatusojat kaivetaan mataliksi (n. 50 cm). Kokoojaojia ja etenkin valtaojia ei pääsääntöisesti perata, koska niissä eroosioriski ja kiintoainespäästöt ovat suuria. Märillä kohteilla on syytä myös kunnostusajituksen vaihtoehtona selvittää mahdollisuus suon ennallistamiseen tai pintavalutuskentän tekoon, koska tämä voisi onnistua pienin toimenpitein ja aiheuttaa vain vähän vedenpinnan nostoon liittyvää vesistökuormitusta.

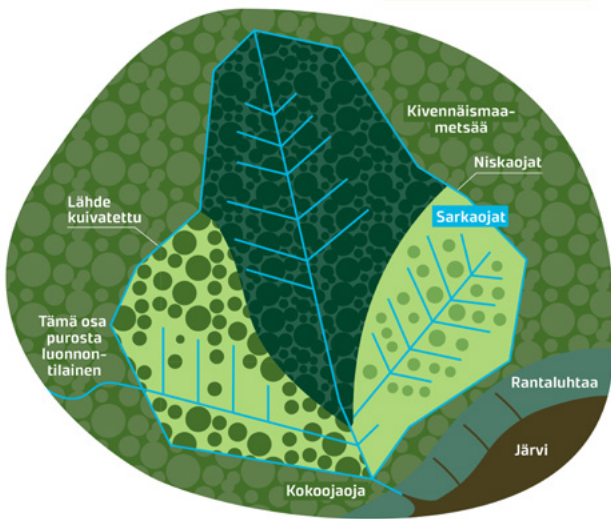
Kosteikkometsätaloutta on todennäköisesti helpompi toteuttaa jatkuvapeitteisellä (luku 3.4.2) kuin jaksollisella (luku 3.4.3) kasvatuksella. Jatkuvapeitteisessä kasvatuksessa puuston tilavuus pysyy jaksollisen kasvatuksen uudistamisvaiheen metsiköiden tilavuutta pienempänä, jolloin puuston haihdunta on vähäisempää eikä vedenpinta laske yhtä alas. Toisaalta jatkuvapeitteisen kasvatuksen avulla vältetään myös toinen ääripää, jossa uudistushakkuun myötä vedenpinta nousee lähelle maanpintaa. Jatkuvapeitteinen kasvatusta kuuluu siksi kosteikkometsätalouden keinovalikoimaan erityisesti runsasravinteisillä kohteilla. Kosteikkometsätalous voi myös parantaa jatkuvapeitteisen kasvatuksen edellytyksiä karuilla kasvupaikoilla. Erityisesti kuivat varputurvekankaat taimettuvat heikosti runsaan varvikon ja metsäsamalista muodostuneen kunttakerroksen takia, kun taas kosteat rahkasammalpinnot taimettuvat hyvin ilman maanmuokkaustakin. Ravinnetalouden hoito (luku 3.4.1.), erityisesti tuhkalannoituksen avulla, on olennainen osa kosteikkometsätaloutta, koska turpeen hajoamisen vähentäminen vähentää myös turpeen hajoamisesta johtuvaa ravinteiden vapautumista.

Vedenpinnan nostaminen todennäköisesti tuottaa lisähaastetta puunkorjuuseen. Maaperän kantavuuden kannalta tärkein tekijä turvemailla on suuri puuston määrä, koska juurimassa tukee ylimmän turvekerroksen rakennetta (Uusitalo ja Ala-Illomäki 2013). Myös turpeen vesipitoisuudella on vaikutusta (Hökkä ym. 2016). Jos liikakuivatuksen välttämiseksi pyritään pienempiin puustoihin erityisesti jatkuva-peitteisessä kasvatuksessa ja samalla korkeampaan vedenpinnan tasoon, heikennetään samanaikaisesti kahta kantavuuteen vaikuttavaa tekijää. Puunkorjuu suometsistä edellyttää siten kantavamman kaluston käyttöä ja hakkuiden siirtämistä entistä suuremmissa määrin talvikauteen. Ilmaston lämmitessä hyvät korjuuolosuhteet varsinkin Etelä-Suomessa voivat olla harvinaisia.

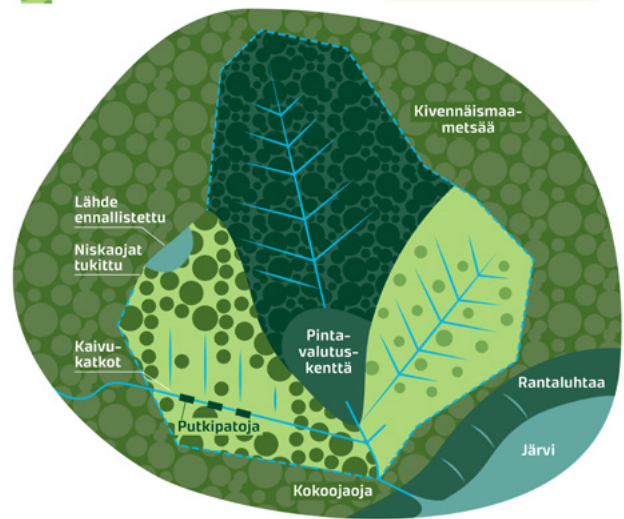
Yllä kuvatun kosteikkometsätalouden toteuttaminen Etelä-Suomen runsasravinteisissa, paksaturpeisissa suometsissä vaatii laajamittaista suunnittelua. Koska suometsien hydrologiassa, turpeen ominaisuuksissa ja topografiassa on paljon vaihtelua, ei yhtä, kaikkiin metsiin pätevää ohjeistusta kosteikkometsätalouteen siirtymiseksi voida antaa, vaan suunnittelu täytyy tehdä kuvio- ja valuma-aluekohtaisesti. Hyvä uutinen on, että mallinnustyökaluja ja tietovarantoja, joita suunnittelussa tarvitaan, on jo runsaasti olemassa. Myös nykyinen Metka-laki tukee suometsien käytön suunnittelua valuma-alueitasolla. Osana suunnittelua on tärkeää tunnistaa ja paikallistaa runsasravinteiset, paksaturpeiset suometsät, sekä kosteikkometsätalouden kannalta liian tehokkaasti ojitettut suot (Tietolaatikko 2).

Kuva 11: Siirtyminen nykymuotoisesta suometsätaloudesta kosteikkometsätalouteen. Ojien on annettua madaltua, sekä osa niskaojista on tukittu. Runsasravinteisen suometsän yhteyteen on perustettu pintavalutuskenttä, joka suodattaa suometsästä valuvia vesiä ennen niiden päätymistä kokoojajaan ja vesistöihin. Myös rantaluhdan ojien on annettu kasvaa umpeen. Veden virtaamaa ja vedenpinnantaso säädelään putkipatojen ja kaivukatkojen avulla. Lähde on ennallistettu ja puroa kunnostettu. Kosteikkometsätalouteen siirtyminen on nostanut vedenpinnan tasoa. Tämän seurauksena turpeen hajoamisesta aiheutuva vesistökuormitus on vähentynyt, ja järven tila parantunut. Puuston kasvu on pysynyt lähellä ojitetun suo tasoa.

Ojitettu suo



Kosteikko-metsätalous



Laajamittainen kosteikkometsätalouteen siirtyminen nostaisi vedenpinnan tasoa suuressa osassa suometsiä sekä parantaisi vesistöjen tilaa ja vähentäisi ilmastopäästöjä merkittävästi. Myös happamien sulfaattimaiden ja mustaliuskealueiden ohutturpeisilla ojitusalueilla vesiensuojelu voi ratkaisevasti hyötyä kosteikkometsätaloudesta, koska niillä tehokas ojitus aiheuttaa valumavesien voimakasta happamoitumista ja rauta- ja raskasmetallipitoisuuksien nousua (Niemi-nen, T.M. ym. 2016). Kosteikkometsätalouden vaikutusta puuntuotantoon on kuitenkin vaikea arvioida. Osassa suometsiä puuntuotanto voi lisääntyä, kun tarpeettoman tehokkaasta kuivatuksesta luovutaan ja tuhkalannoitus otetaan laajamittaiseen käyttöön. Jatkuvapeitteiseen kasvatukseen siirtyminen vähentäisi puuntarjontaa siirtymäkauden aikana, mutta ei välttämättä merkittävästi sen jälkeen (Tietolaatikko 3).

Kosteikkometsätalouteen siirtyminen ja kosteikko-metsätalouden hyväksyminen osaksi eurooppalaista kosteikkoviljelyn kenttää toisivat merkittävää mainehyötyä Suomen metsätaloudelle ja mahdollistaisi kestävä puuntuotannon suometsissä. Suometsien kasvattaminen nykyistä märemmin myös vähentäisi laaja-alaisten metsäpalojen riskiä (Turunen ym. 2025).

Tietolaatikko 2: Kosteikkometsätalous edellyttää tietoa suometsän vedenpinnan tasosta

Metsänkasvatuksen onistumiselle suometsässä on keskeistä, että kasvupaikan vesitalous on kunnossa. Kasvupaikka ei saa olla liian märkä, etteivät puiden juuret kärsi hapenpuutteesta. Toisaalta liian kuivalla kasvupaikalla veden puute haittaa puiden kasvua kuivana kesinä, ja liika kuivatus pahentaa metsäojituksen aiheuttamia ympäristöongelmia. Kosteikkometsätalouteen siirtyminen edellyttää suurella osalla suometsiä vedenpinnan tason nostoa eli kuivatuksen vähentämistä.

Kuivatustilaa voi arvioida epäsuorasti mittaamalla sarkaojien kuivavaran, eli ojan vedenpinnan etäisyyden maanpinnasta. Noin 50 cm kuivavara on useimmiten riittävä muttei liian suuri. Myös metsän pohjakerroksen kasvillisuus kertoo kasvupaikan märkyydestä. Kun metsäkasvillisuus on kohteella vallitseva, kuivatus on riittävä tai jopa liian tehokas. Jos taas suokasvillisuus on vallitseva, on syytä tarkkailla, onko puuston kasvu heikentynyt.

Kuivatustilasta kertoo suorimmin maaperän loppukesän vedenpinnan taso. Vedenpinnan tasoa voidaan mitata kapeista maahan kaivetuista kuopista, joissa vedenpinta asettuu muutaman päivän kuluessa kaivusta samalle tasolle kuin maaperässä. Mittauksia tulisi tehdä muutamasta kohdasta saran keskiosasta ojan läheisyyteen asti sääolosuhteiltaan keskimääräisenä vuonna, joka ei olisi erityisen kuiva tai märkä. Vedenpinnan tasoa voidaan myös mitata automaattisilla mittalaitteilla, joita metsäalan organisaatiot voisivat hankkia käyttöönsä ja kierrättää eri suometsissä.

Vaihtoehtoinen tapa hankkia tietoa vedenpinnan tasosta suometsissä on mallintaminen. Esimerkiksi paikkatiedon ja SUSI-mallin (Laurén ym. 2021) avulla voidaan arvioida vedenpinnan tasoa, kun tiedetään puuston määrä, ojien syvyys ja tiheys sekä kasvupaikan ja turpeen ominaisuuksia.

3.2. Kosteikkometsätalouden soveltaminen kuviotasolla

Metsätaloudessa metsiä tarkastellaan useimmiten tasalaatuisina yksiköinä eli kuvioina, joille määritetään keskimääräiset kasvupaikka- ja puustotunnukset, joiden perusteella tehdään päätöksiä metsänhoidosta. Tässä luvussa puuntuotannon alaan kuuluvat 4,6 milj. ha ojitettuja suometsiä on jaettu eri luokkiin niiden ekologian, puuntuotannon mahdollisuuksien sekä ympäristövaikutusten perusteella (Kuva 12). Puuntuotannon alaan luetaan kaikki lakien ja kaavoituksen puitteissa metsätalouteen käytettävissä olevat ojitetut suometsät riippumatta siitä, harjoittaako metsänomistaja niillä aktiivisesti metsätaloutta.

Vedenpinnan taso on keskeinen ekologinen muuttuja, joka vaikuttaa lähes kaikkiin suometsän prosesseihin. Vedenpinnan syvetessä haitalliset ilmasto- ja vesistövaikutukset kasvavat, turvepalojen riski kasvaa ja puuston kasvu voi heikentyä. Toisaalta myös hyvin korkealla oleva vedenpinta voi aiheuttaa ongelmia, kuten metaanipäästöjen kasvua, fosforin huuhtoutumisen lisääntymistä maaperästä ja puuston kasvuolojen heikentymistä. Etelä-Suomessa ja runsasravinteisilla kasvupaikoilla turpeen hajoamisen riski on suurempi kuin Pohjois-Suomessa ja niukkaravinteisilla kasvu-

paikoilla, mikä johtuu lämpimämmistä ja kuivemmista olosuhteista. Soiden kuivattaminen on Etelä-Suomessa helpompaa kuin Pohjois-Suomessa ja kääntäen kosteikkometsätaloudelle riittävän korkean vedenpinnan tason ylläpitäminen on pohjoisessa helpompaa kuin etelässä.

Turvekerroksen paksuus vaikuttaa erityisesti turpeen hiilivaraston suuruuteen sekä metsän ravinnetalouteen. Ohutturpeisissa suometsissä, joiden turvekerroksen paksuus on alle 30 cm, maaperän hiilivarasto on pieni verrattuna paksuturpeisiin suometsiin, joissa kivennäismaata peittää jopa usean metrin paksuinen turvekerros. Ohutturpeisilla kasvupaikoilla puusto pystyy sitomaan biomassansa suuren osan siitä hiilimäärästä, joka turvekerroksen hajotessa vapautuu ilmakehään. Puusto saa kivennäisravinteita turvekerroksen alaisesta kivennäismaasta, jolloin ravinnepuutokset ovat harvinaisia ja lannoituksia ei yleensä tarvita. Ohutturpeisilla kasvupaikoilla ojat ulottuvat kivennäismaahan, jolloin hienojakoisella maaperällä kiintoaineskuormituksen ja eroosion riskit ovat suuret. Paksuturpeisilla kuvioilla ravinnepuutokset ovat yleisiä ja metsätalous voi edellyttää toistuvia lannoituksia.

Kuva 12: Puuntuotannon alaan kuuluvien ojitettujen suometsien jakautuminen eri kasvupaikkatyyppeihin ja luokkiin (1-4ABC) niiden ekologian, puuntuotannon mahdollisuuksien sekä ympäristövaikutusten perusteella. Luokkien pinta-alat on arvioitu perustuen VMI13 tietoihin.



Puuntuotantoon kelpaamattomat jouto- ja kitumaat (360 000 ha)

Suomessa on 360 000 ha puuntuotannon alaan kuuluvia kitu- ja joutomaan ojitettuja suometsiä, joissa puuston kasvu jää alle 1 m³/ha/v (luokka 1, kuva 12). Kitu- ja joutomaat tulisi jättää metsätalouden ulko-puolelle, koska niillä metsän kasvatus ja kuivatuksen ylläpito ei kannata taloudellisesti, mutta aiheuttaa ym-päristöhaittoja. Kitu- ja joutomaat voitaisiin kohdentaa täysimääräisesti ympäristöhyötyjen tuottamiseen.

Kitu- ja joutomaan ojitetuista suometsistä 80 % sijaitsee Pohjois-Suomessa ja 20 % Etelä-Suomessa. Kasvupaikkatyyppiltään ne ovat enimmäkseen niukkaravinteisiä jäkäläturvekankaita ja heikkotuottoisimpia varputurvekankaita (tavallisesti Vatkg II), mutta joukkoon mahtuu myös runsasravinteisiä kasvupaikkoja (mm. 40 000 ha mustikka- ja ruohoturvekankaita, kuva 12). Tällöin kitu- ja joutomaaluokittelun syynä voi olla voimakkaan kaliuminpuutoksen tai kasvupaikan liiallisen märkyyden aiheuttama vajaatuottoisuus, jota ei ole saatu ojituksella parannettua.

Vaikka puuntuotos olisi niukkaa eikä suometsässä tehtäisi hakkuita tai muita toimenpiteitä, maaperän kasvihuonekaasupäästöt ja vesistökuormitus voivat silti jatkua suurempina kuin ojitamattomalla suolla. Näiden vaikutusten hillitseminen edellyttäisi erityisesti voimakkaasti kuivatetuilla ja ravinteikkailla kasvupaikoilla ennallistamistoimenpiteitä ts. vedenpinnan nostamista. Runsasravinteisten soiden ennallistaminen on tärkeää erityisesti Etelä-Suomessa myös luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi, koska niitä on ojitamattomina enää hyvin vähän jäljellä. Sen sijaan niukkaravinteisiä suometsiä ei useinkaan kannata aktiivisesti ennallistaa. Ne voidaan jättää palautumaan kohti luonnontilaa (ns. passiivinen ennallistaminen).

Kitu- ja joutomaiden suometsien jättämisellä metsätalouden ulkopuolelle olisi vain vähäinen vaikutus lähi-vuosien tai vuosikymmenien puun tarjontaan, koska kitu- ja joutomaat eivät muutenkaan ole houkuttelevia hakkuukohteita. Lisäksi näiden kohteiden ennallistami-

sen tai luonnontilaan palautumaan jättämisen yhteydessä voitaisiin tehdä varsin joustavasti hakkuita, jos se on taloudellisesti kannattavaa. Kitu- ja joutomailla ei ole uudistamisvelvoitetta. Pitkällä aikavälillä puun tarjonta vähenisi VMI13:n tulosten (Korhonen ym. 2024, S2) perusteella 0,3 milj. m³ vuodessa, mikä vastaa alle 0,5 % Suomen vuotuisesta puun tarjonnasta.

2

Puuntuotannoltaan heikkotuottoiset metsämaat (noin 400 000 ha)

Suometsät, joiden kasvu on vähintään 1 m³/ha/v, luokitellaan metsämaihin (luokka 2, kuva 12). Tällöin niitä koskee myös uudistamisvelvoite. Alle 2 m³/ha/vuosi kasvavissa metsissä metsänkasvatus ja kuivatuksen ylläpito on kuitenkin heikosti kannattavaa. Puuntuotannon harjoittamisesta näissä heikkotuottoisissa suometsissä aiheutuu kuitenkin haitallisia ympäristövaikutuksia.

Heikkotuottoisten suometsien pinta-alasta Suomessa on esitetty muutamia arvioita puustotietojen, ilmaston, kasvumallien ja tuotto-odotusten perusteella (Laiho ym. 2016, Hökkä 2025, Salmivaara ym. 2025). Näiden arvioiden perusteella heikkotuottoisten metsämaan suometsien määrä Suomessa ylittää 400 000 hehtaaria. Valtaosa heikkotuottoisista suometsistä sijaitsee Pohjois-Suomessa ja edustaa varputurvekankaan kasvupaikkoja.

Mikäli heikkotuottoinen suometsä halutaan pitää puuntuotannossa, puustoa voidaan korjata, jos kuvio on taloudellisesti korjuukelpoinen eli puuston arvo on suurempi kuin korjuukustannukset. Käytännössä tämä tarkoittaa tarpeeksi isoa leimikkoa, joissa kulkuyhteydet ja korjuuolosuhteet ovat kohtuulliset ja runkojen keskitilavuus tarpeeksi suuri. Metsään jätetään uudistushakkuussa siemen- ja jätöpuiksi 50 runkoa hehtaarille, eikä maanmuokkausta, metsän viljelyä tai ojien kunnostamista tehdä. Metsä uudistuu todennäköisesti riittävästi jätöpuiden siementämisen avulla ja täyttää metsälain uudistamisvelvoitteen.

Heikkotuottoisen suometsän voi myös tuhkalannoittaa. Tuhkalannoitus on taloudellisesti kannattavaa varputurvekankaiden ravinteisuustason kasvatusmetsissä, ja se voi pitkällä aikavälillä parantaa kasvupaikan puuntuotantoa lisäämällä ravinteiden vapautumista turpeesta (Hökkä ym. 2024). Lannoituksen avulla metsätalouden kannattavuus voi parantua ja suometsä mahdollisesti siirtyä tuottavien niukkaravinteisten luokkaan (luokka 3, kuva 12).

Jos heikkotuottoinen suometsä ei ole taloudellisesti korjuukelpoinen (luokka 2B, kuva 12), se tulisi kitu- ja joutomaiden tapaan jättää puuntuotannon ulkopuolelle. Tällöin kuvio voidaan joko jättää palautumaan

kohti luonnontilaa tai ennallistaa aktiivisesti. Aktiivinen ennallistaminen vapauttaa alueen Metsälain uudistamisvelvoitteesta.

3

Tuottavat niukkaravinteiset suometsät (1,9 milj. ha)

Tuottavat, niukkaravinteiset suometsät ovat varpu- ja puolukkaturvekankaita, joissa puuston kasvu on vähintään 2 m³/ha/vuosi. Tällaisia metsiä on Suomessa arviolta 1,9 milj. ha (luokka 3, kuva 12). Näillä kasvupaikoilla puuntuotanto on kannattavaa ja samaan aikaan puuntuotannon ympäristöongelmat ovat suometsistä pienimpiä. Valittavana on käytännöllisesti katsoen laajin valikoima eri metsänkasvatusmenetelmiä. Niukkaravinteisten suometsien turve ei hajoa nopeasti, ja maaperän hiilivarasto voi kuivatuksen ollessa maltillinen jopa kasvaa. Puuntuotannon harjoittaminen näissä metsissä voi olla ilmaston kannalta hyvä vaihtoehto (Ojanen ym. 2013).

Kuivatuksen lisäksi hakkuut, maanmuokkaus ja ojien kunnostus aiheuttavat kuitenkin ravinne- ja kiintoainekuormitusta myös niukkaravinteisissä suometsissä. Tarpeettoman tehokkaan kuivatuksen välttämisen lisäksi on siis huolehdittava tehokkaasta vesiensuojelusta toimenpiteiden yhteydessä, ja varovaisuutta on noudatettava erityisesti kohteilla, jotka sijaitsevat vesistöjen välittömässä läheisyydessä. Sellaiset niukkaravinteiset suometsät, joiden turpeessa on pienet rauta- ja alumiinipitoisuudet, ovat myös alttiita fosforin huuhtoutumiselle vedenpinnan noustessa nopeasti lähelle maanpintaa esim. uudistushakkuuiden yhteydessä (Kaila ym. 2014). Jatkuva-peatteisista menetelmistä esimerkiksi kaistalahakkuu voi tarjota keinon uudistaa metsä ilman merkittävää vedenpinnan nousua ja kunnostusojitusta (Stenberg ym. 2022). Pitkällä aikavälillä metsän kasvattaminen nykyistä korkeammalla vedenpinnan tasolla vähentää niukkaravinteisten suometsien vesistökuormitusta ja parantaa maaperän hiilitasetta.

4

Tuottavat runsasravinteiset suometsät (1,9 milj. ha)

Runsasravinteiset suometsät ovat metsämaan mustikka- ja ruohoturvekankaita (luokka 4, kuva 12). Näistä noin 680 000 ha on ohutturpeisia, joissa turvekerroksen paksuus on alle 30 cm. Paksuturpeisissa suometsissä turvekerros voi puolestaan olla jopa useita metrejä paksu. Paksuturpeisia, runsasravinteisiä suometsiä on Pohjois-Suomessa n. 460 000 ha ja Etelä-Suomessa n. 760 000 ha. Runsasravinteisten suometsien joukossa on paljon runsaspuustoisia ja uudistuskypsiä metsiä, minkä vuoksi niihin kohdistuu

lähitulevaisuudessa todennäköisesti paljon uudistus- ja harvennushakkuita (ks. kuva 3, Nykytila).

Puuntuotanto runsasravinteisissa suometsissä on taloudellisesti usein erittäin kannattavaa - niiden puuntuotos voi ylittää jopa kivennäismaiden lehtomet-sien tasolle. Metsätalouden harjoittaminen aiheuttaa kuitenkin haitallisia vesistö- ja ilmastovaikutuksia, jotka voivat olla merkittäviä. Runsasravinteisilla kasvupaikoilla turve hajoaa herkästi ja kasvuisa puusto kuivattaa suota niin tehokkaasti, että ojitetun suon turvekerros hajoaa lähes väistämättä (Ojanen ja Minkkinen 2019). Runsasravinteisista suometsistä on hakkuiden jälkeen havaittu myös suuria typpiok-siduulipäästöjä ilmakehään (Korkiakoski ym. 2019, Tikkasalo ym. 2025) sekä typen ja liukoisen hiilen kuormitusta vesistöihin (Nieminen 2004, Nieminen ym. 2015). Lisäksi pitkälle maatonut turve ja hienoja-koista kivennäismaata oleva pohjamaa ovat alttiita eroosiolle, mikä lisää vesistöjen kiintoainekuormitusta. Runsasravinteiset ojittamattomat suot ovat myös uhanalaisimpia suoelinympäristöjä, koska niistä on ojitettu suurin osa.

4A Runsasravinteiset, ohutturpeiset suometsät

Ohutturpeiset kohteet ovat suometsistä parhaita metsänkasvatuspaikkoja, koska turpeesta vapautuu typpeä ja alla olevasta kivennäismaasta muita ravin-teita. Ravinnepuutoksia ei yleensä esiinny. Ohuttur-peisilla kohteilla (luokka 4A, kuva 12) puuntuotantoon liittyy vähemmän haitallisia ilmastovaikutuksia kuin paksuturpeisilla kohteilla. Tämä johtuu siitä, että turvekerros on niin ohut, että sen sisältämä keski-määräinen hiilivarasto on samaa kokoluokkaa kuin puuston ja puutuotteiden hiilivarasto. Vaikka turve-kerros hajoaisikin puuntuotannon oheisvaikutuksena, ilmakehään päätyy suhteellisen pieni määrä hiiltä, jonka kompensoiminen kuivatuksen seurauksena kasvaneella puuston ja puutuotteiden hiilivarastolla sekä ojituksen metaanipäästöjä vähentävällä vai-kuuksella on mahdollista. Puuntuotannon jatkamisen seurauksena on todennäköisesti turvekerroksen vähittäinen häviäminen, ja näiden metsien siirtyminen vuosikymmenien mittaan ojitetuista suometsistä kivennäismaiden metsiksi.

Ohutturpeiset kohteet ovat kuitenkin riskikohteita vesistövaikutusten vuoksi (Nieminen ym. 2017), joten vesistönsuojelutoimenpiteistä huolehtiminen on välttämätöntä. Ohutturpeisissa suometsissä on tavallista, että ojat ulottuvat turvekerroksen läpi kivennäismaahan asti. Tällöin kasvaa myös kivennäis-maasta peräisin olevan kiintoaineksen ja ravinteiden kuormitus vesistöihin. Ohutturpeisten kohteiden kuivatukseen riittää, että ojat ovat turvekerroksen syvyiset. Turpeen alla olevan pohjamaan kaivaminen ei pääsääntöisesti paranna turvekerroksen kuivatusta (Hökkä ym. 2020).

4B ja 4C Runsasravinteiset, paksuturpeiset suometsät

Paksuturpeiset, runsasravinteiset ruoho- ja mustikka-turvekankaat (luokat 4B ja 4C, kuva 12) ovat metsä-talouden kannalta kaikkein ristiriitaisimpia kasvu-paikkoja. Niillä on korkea puuntuotos, mutta myös suuri ja herkästi hajoava maaperän hiilivarasto. Etelä-Suomessa turpeen hajoamisen riski on suurempi kuin Pohjois-Suomessa lämpimämmän ja kuivemman ilmaston takia. Siksi Etelä-Suomen paksuturpeisten, runsasravinteisten suometsien hoito tulisi suunnitella erityisen huolellisesti.

Paksuturpeisissa, runsasravinteisissa suometsissä tarvitaan muutoksia metsätaloudessa, jotta suuria ilmasto- ja vesistövaikutuksia sekä suoluonnon köyhtymistä voidaan hillitä. Päätarpeet liittyvät puutuotannossa olevien alueiden metsänhoidon menetelmiin, aktiiviseen vedenpinnan nostoon sekä suon ennallistamiseen.

Luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta soiden ennallistaminen olisi erityisen tärkeää Etelä-Suomen runsasravinteisissa suometsissä. Niillä kohteilla, joilla puuntuotantoa jatketaan, tulisi ilmasto- ja vesistövaikutusten vähentämiseksi nostaa aktiivisesti vedenpintaa. Runspuustoissa eteläsuomalaisissa metsissä pelkkä ojien kunnostamatta jättäminen tai jatkuvapeitteiseen kasvatukseen siirtyminen ei välttämättä nosta vedenpinnan tasoa riittävästi kasvi-huonekaasupäästöjen pienentämiseksi (Peltoniemi ym. 2023). Samalla kun nostetaan vedenpintaa, on tärkeää huolehtia ravinteiden saatavuudesta, jota voidaan parhaiten edistää tuhkalannoituksen avulla.

Pohjois-Suomessa viileämmässä ja kosteammassa ilmastossa vedenpinnan tason pitäminen korkealla on helpompaa ja turpeen hajoaminen hitaampaa kuin Etelä-Suomessa. Pohjois-Suomessa riittävän korkea vedenpinnan taso voitaneen saavuttaa pienentämällä ojitussyvyyyttä kunnostusojituksissa ja siirtymisellä jatkuvapeitteiseen kasvatukseen. Jatkuvapeitteisellä kasvatuksella vältetään erityisesti uudistuskypsiin metsien suuresta puuston haihdunnasta seuraava vedenpinnan tason lasku ja toisaalta uudistushakkuun jälkeinen voimakas vedenpinnan nousu, mikä vähentää ravinnekuormitusta sekä kunnostusojituksen ja syvien ojien tarvetta.

3.3. Kosteikkometsätalouden soveltaminen valuma-alueella

Tehokas vesiensuojelu sekä suo- ja vesiluonnon tilan parantaminen edellyttävät toimenpiteiden hyvää kohdistamista valuma-alueella ja valuma-alueen metsikkökuvioiden vesitalouden keskinäisen riippu-

vuuden ja vesien virtausreittien huomioonottamista suunnittelussa: Pintavalutukseen perustuvia vesien-suojelurakenteita perustetaan tehokkaisiin kohtiin valuma-aluetta ja valuma-alueen hakkuita rytmitetään suurten vesistökuormituspiikkien estämiseksi. Suoluonnon tilaa parannetaan ennallistamalla luonnon monimuotoisuuden kannalta keskeisiä kohteita (ks. esim. Aapala ym. 2021). Ojituksen yhteydessä perattuja puroja ja ojitetuja lähteitä ennallistetaan pienvesiluonnon tilan parantamiseksi. Ojittamattomien suokuvioiden märkyys varmistetaan ohjaamalla niille riittävästi vettä valuma-alueelta ja ojitusalueelta.

Suometsien hoitoa tulee suunnitella valuma-aluekohteisesti. Haasteena on latvalaluma-alueiden laajuus ja maanomistuksen pirstaleisuus, mikä korostaa tarvetta tilarajat ylittävälle suunnittelulle ja yhteistyölle. Erilaisia mahdollisuuksia valuma-alueen suometsätalouden edistämiseen kuvataan Ohjauskeinoissa (Luku 4.3.5.).

3.4. Kosteikkometsätaloutta tukevat toimenpiteet

3.4.1. Ravinnetalouden hoito

Ravinnetalouden hoidon tärkeys metsätaloustaloudessa olevissa, paksuturpeisissa suometsissä korostuu kosteikkometsätalouteen siirryttäessä. Tuhkalannoitusta suometsissä on usein tarkasteltu investointina, mutta tulevaisuudessa se tulisi nähdä puuntuotannon jatkamisen perusedellytyksenä ja välttämättömänä osana suometsänhoitoa. Suometsien lannoitukset tukevat myös suometsien kasvatusta nykyistä märemminä.

Tuhkalannoitus edesauttaa ojasyvyyden madaltamista, ja jopa mahdollistaa vedenpinnan tason noston korkeammalle kuin 30 cm:iin. Tutkimusten mukaan tuhkalannoituksella aikaansaatu kasvunlisäys on suurempaa märemmissä olosuhteissa (Pietiläinen & Moilanen 2003, Väänänen ym. 2024b). Suometsien vedenpinnan nosto yhdistettynä tuhkalannoitukseen voisi saavutettujen ilmastohyötyjen lisäksi siis tukea puuntuotantoa. Toisaalta tuhkalannoituksella on myös kuivattava vaikutus puuston haihduttavan neulamassan kasvamisen kautta. Esimerkiksi puolukkaturvekankaiden metsiköissä vedenpinta on syventynyt tuhkalannoituksen jälkeen n. 10 cm viidessä vuodessa (Hökkä ym. 2022). Tällöin ojien kunnostustarvetta voisi vähentää tuhkalannoituksen avulla.

Puuntuotannon harjoittaminen paksuturpeisissa suometsissä johtaa jossakin vaiheessa väijäämättömästi metsän kaliumvarojen ehtymiseen, sillä hakkuiden myötä metsästä poistuu ravinteita huuhtoutumisen ja puubiomassan korjaamisen myötä (Nieminen ym. 2016b). Erityisesti runsasravinteiset paksuturpeiset suometsät vaativat usein lannoitusta jo ensimmäisen

ojitusta seuraavan puusukupolven kohdalla. Niukkaravinteisilla kohteilla turpeen fosfori- ja kaliumvarat riittävät yleensä pidempään, mutta toisen puusukupolven metsissä on paksuturpeisilla kohteilla havaittu lannoitustarvetta jo taimikkovaiheessa myös puolukkaturvekankaiden metsissä. Metsänomistajien täytyykin varautua siihen, että paksuturpeisissa suometsissä voidaan tarvita toistuvia lannoituksia ravinnetalouden hoitamiseksi.

Suometsien ravinnetaloutta hoidetaan nykyisin pääsääntöisesti puuntuuhkasta tehdyillä kierrätyslannoitteilla. Tuhka sopiikin erinomaisesti suometsien lannoitukseen, sillä siitä löytyy kaikki puun tarvitsemat ravinteet sopivassa suhteessa. Puuntuuhkan käyttö korjaa puuston fosforin- ja kaliuminpuutosta 20-30 vuoden ajan, mutta sen lisäksi tuhkalannoituksella on pitkäaikainen, lähes pysyväisluonteinen kasvupaikkatyyppiä ravinteikkaaseen suuntaan muuttava vaikutus. Tämä johtuu mm. tuhkan sisältämästä kalsiumista, joka vähentää turvemaan happamuutta ja nopeuttaa pintaturpeen ja karikkeen hajotusta, minkä seurauksena typen saatavuus lisääntyy. Vanhoilla tuhkalannoituskohteilla tämä näkyy usein pintakasvillisuuden muuttumisena rehevämpään suuntaan (Huotari ym. 2015, Hotanen 2025).

Tuhkalannoituksella saavutetaan nykysuositusten (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2025) mukaisilla määrillä (3000-6000 kg/ha, kaliumia vähintään 100 kg/ha ja fosforia 45 kg/ha) noin 1-2 m³/ha vuosittainen kasvunlisäys usean kymmenen vuoden ajan (Hökkä ym. 2012). Tuhkalannoitus onkin metsänomistajalle taloudellisesti hyvin kannattava investointi, jolla voidaan saada kunnostusojitusta suurempi kasvunlisäys ja kannattavuus (Ahtikoski & Hökkä 2019). Puuston kasvureaktion suuruus on suhteessa lannoituksessa annettuihin ravinnemääriin, erityisesti kaliumin määrään (Hökkä ym. 2024). Männyn osalta puuston kasvureaktio tuhkalannoitukseen nykyisissä kuivatusolosuhteissa tunnetaan jo melko hyvin. Sen sijaan tutkimustiedolle tuhkalannoituksen vaikutuksesta erityisesti kuusen kasvuun nykyistä märemmissä olosuhteissa on suuri tarve.

Metsänlannoituksissa tulisi käyttää tarpeeksi korkealaatuista tuhkaa, jonka kaliumpitoisuus on selvästi minimivaatimusta korkeampi. Näin välttyään levittämästä ylisuuria tuhkamääriä riittävän kaliumlisäyksen saavuttamiseksi. Tuhkalannoitteita voisi myös rikastaa kaliumilla, josta suurimman osa tulisi olla hitaasti liukenevassa muodossa. Tämä pidentäisi tuhkalannoitteiden vaikutusaikaa. Pienellä määrällä nopeasti liukenevaa kaliumia lannoitusreaktiota saataisiin toisaalta nopeutettua, sillä nykyisin käytössä olevasta rakeistetusta tuhkasta ravinteita vapautuu lannoituksen jälkeen hyvin hitaasti. Toinen vaihtoehto olisi ensimmäisen tuhkalannoituksen jälkeen tehdä lannoituksia hitaasti liukenevalla kaliumilla, kuten biotiitilla.

Tuhkalannoituksen vaikutus ilmastoon ja vesistöihin on kaksijakoinen. Tuhkalannoitus toisaalta lisää hiilensidontaa, eli puuston kasvua ja kariketuotosta, mutta myös orgaanisen aineen hajotus maaperässä lisääntyy (Ojanen ym. 2019). Tämä voi pitkällä aikavälillä muuttaa niukkaravinteisen suometsän toimintaa runsasravinteisten suometsien kaltaiseksi, haitallisine vesistö- ja ilmastovaikutuksineen. Toisaalta jos puuston kasvu on niukkaa ravinteiden, erityisesti kaliumin ja fosforin puutoksen vuoksi, puuston hiilensidonta on vähäistä maaperäpäästöjen jatkuessa. Tällaisissa tilanteissa tuhkalannoituksella saataneen selkein ilmastohyöty. Se, millaiseksi tuhkalannoituksen nettovaikutus suometsässä muodostuu, on sidoksissa kasvupaikan ominaisuuksiin sekä moniin metsänhoitopäätöksiin, mm. ojituksen voimakkuuteen ja metsänkasvatusmenetelmän valintaan.

Kokeellisten tutkimusten perusteella tuhkalannoituksen aiheuttama ravinnekuormitus vesistöihin on havaittu pääsääntöisesti vähäiseksi (Huotari ym. 2015). Vaikka kaliumia huuhtoutuu vesistöihin usein pian lannoituksen jälkeen, sen vaikutus vesiekosysteemeihin on yleensä vähäinen, sillä kalium ei ole vesiekosysteemeissä minimiravinne. Fosforin osalta on kuitenkin syytä noudattaa varovaisuutta. Toistuvat tuhkalannoitukset tai sellaisen tuhkan käyttö, jonka fosforipitoisuus on tarpeettoman korkea, voivat johtaa fosforin kertymiseen maaperään, mikä kasvattaa vesistökuormituksen riskiä pitkällä aikavälillä erityisesti heikkotuottoisissa suometsissä, joissa fosforia pidättävät turpeen alumiini- ja rautapitoisuudet ovat alhaisia. Tuhkalannoituksen vesistövaikutuksia olisi tärkeää tutkia jatkossa laajemmin, erityisesti pitkän aikavälin vaikutuksia ajatellen sekä uudistushakkuiden ja muiden metsänhoidollisten toimenpiteiden jälkeen.

Tietolaatikko 3: Jatkuvan kasvatuksen vaikutus puuntarjontaan

Mitä hakkuumäärille kävisi, jos ruoho- ja mustikkaturvekankailla systemaattisesti luovutaisiin päätehakkuihin seuraavan 10 vuoden ajan? Päätehakkuiden sijaan uudistuskypsissä suometsissä tehtäisiinkin poimintahakkuu. Tästä seuraisi, että ruohoturvekankailla menetettäisiin vuosittain noin 2,20 miljoonaa kuutiometriä (josta Etelä-Suomessa 1,85 milj. m³) markkinahakkuupuuta. Vastaavasti, jos sekä ruoho- että mustikkaturvekankailla siirryttäisiin uudistuskypsissä metsissä systemaattisesti poimintahakkuihin, menetettäisiin vuosittain noin 5,45 miljoonaa kuutiometriä seuraavan 10 vuoden aikana. Suurin osa (4,2 milj. m³) hakkuukertymästä menetettäisiin Etelä-Suomessa.

Edellä kuvattujen kuutiomäärien vuotuinen rahallinen arvo (kantorahatulot) voidaan karkeasti arvioida olettamalla noin 75 % tukkipuuosuus päätehakkuiden kohdalla: alkuvuoden 2025 kantohinnoilla noin 160 miljoonaa euroa jos ruohoturvekankailla siirryttäisiin systemaattisesti poimintahakkuihin turvemaiden uudistuskypsissä metsissä. Jos taas sekä ruohoturvekankailla että mustikkaturvekankailla siirryttäisiin poimintahakkuihin uudistuskypsissä metsissä, olisi potentiaalinen vuotuinen tulonmenetyks noin 390 miljoonaa euroa koko maan tasolla seuraavien 10 vuoden aikana (noin 12 % vuoden 2023 kantorahoista).

Laskelman tuloksia tulkittaessa on syytä muistaa, että laskelma on suuntaa antava ja kyseessä ovat siirtymäkauden hakkuut - laskelmassa käytetyn 10 vuoden aikajakson jälkeen poimintahakkuu-vaihtoehdossa metsien puustopääoma on huomattavasti korkeammalla tasolla verrattuna tilanteeseen, jossa uudistuskypsät metsät olisi päätehakattu ja viljelty. Näin ollen poimintahakkuuvaihtoehdossa metsistä saataisiin 10 vuoden jälkeen enemmän puuta markkinoille kuin päätehakkuuvaihtoehdossa, jossa hakatut metsät olisivat vasta taimikkovaiheessa. Hakkuumahdollisuudet tasoittuisivat 30-40 vuoden kuluessa päätehakkuu- ja poimintahakkuuvaihtoehtojen välillä.

Laskelman pinta-alat perustuvat VMI13:n tuloksiin. Laskelmassa oletetaan päätehakkuupinta-alojen jakaantuvan eri turvekangastyypeille niiden pinta-alaosuuksien mukaisesti. Edellä esitetyillä oletuksilla saadaan seuraavan 10 vuoden aikana ruohoturvekankaille vuosittain noin 9 000 hehtaaria ja ruoho- ja mustikkaturvekankaille yhteensä noin 31 000 hehtaaria suometsiä, joissa pidättäydyttäisiin päätehakkuihin. Edelleen oletetaan, että ko. kohteilla tehtäisiinkin systemaattisesti poimintahakkuu ja että avohakkuun ja poimintahakkuun kertymien erotukset poikkeavat seuraavasti: Etelä-Suomessa ruohoturvekankaalla 270 m³/ha (Pohjois-Suomi 160 m³/ha), mustikkaturvekangas I:llä vastaavasti 170 m³/ha (120 m³/ha) ja mustikkaturvekangas II:lla 150 m³/ha (110 m³/ha).

hyötyjä metsän muiden käyttömuotojen kannalta, esimerkiksi mustikkasadon kasvu ja metsän virkistysarvojen lisääntyminen (Peura ym. 2018, Juvonen ym. 2024). Ilmastovaikutusten osalta jatkuvapeitteistä ja jaksollista kasvatusta ei voi yksiselitteisesti asettaa paremmuusjärjestykseen (ks. Tietolaatikko 4).

Laajamittaisella jatkuvaan kasvatukseen siirtymisellä olisi merkittäviä vaikutuksia puun tarjontaan (Tietolaatikko 3). Seuraavan 10 vuoden aikana systemaattinen siirtyminen runsasravinteisissä uudistuskypsissä suometsissä poimintahakkuisiin aikaansaisi usean miljoonan kuutiometrin puuntarjonnan pienenemisen. Tämä tarkoittaisi 390 miljoonan euron vuosittaisia tulonmenetyksiä. Sen ohella luontaisesti syntyneiden taimikoiden pinta-alan lisääntyminen alentaa toisen vuosikupolven taimikoiden keskimääräistä kasvua. Siirtymävaiheen jälkeen metsistä saataisiin kuitenkin merkittävästi enemmän puuta markkinoille kuin vaihtoehdossa, jossa hakkuut tehtäisiin jaksollisen kasvatuksen hakkuina.

3.4.3. Jaksollinen kasvatusta

Jaksollinen kasvatusta soveltuu suometsissä erityisesti varpu- ja puolukkaturvekankaiden tuottaviin metsiin. Se on vaihtoehto myös runsasravinteisissä ohutturpeisissä metsissä, jos uudistamisvaiheen vesiensuojelu pystytään hoitamaan tehokkaasti. Varputurvekankaat uudistetaan pääsääntöisesti luontaisesti tai kylvämällä, kun taas puolukkaturvekankailla ja sitä rehevämmillä kasvupaikoilla männyn tai kuusen istutus ovat ensisijaisia vaihtoehtoja.

Jaksollisen kasvatusta suometsissä vedenpinnan taso vaihtelee kiertoajan sisällä ja on juuri hakatuissa aukoissa ja taimikoissa lähellä maanpintaa ja uudistuskypsissä metsissä jopa metrin syvyydellä (Peltoniemi ym. 20203, Sarkkola ym. 2010). Ongelma korostuu erityisesti Etelä-Suomen runsasravinteisissä suometsissä, joissa pääpuulajina on kuusi ja jotka ovat kiertoajan loppupuolella hyvin runsaspuustoisia. Niukkaravinteisimmilla varputurvekankailla vedenpinnan taso voi pysyä Etelä-Suomessa riittävän korkealla kosteikkometsätalouteen, koska niillä päätehakkuuvaiheen hoidetut männiköt eivät kehity niin runsaspuustoisiksi, että ne haihdunnallaan ylläpitäisivät alhaista vedenpinnan taso. Lisäksi männyn neulasbiomassa on pienempi kuin kuusen, jolloin männiköt myös haihduttavat vähemmän. Kosteikkometsätalouden vedenpinnan tason ylläpito onnistunee Pohjois-Suomessa jaksollisen kasvatusta keinoin myös puolukkaturvekankaiden männiköissä.

Jaksollisessa kasvatusta olevissa, tuottavissa niukkaravinteisissä suometsissä kosteikkometsätalouteen siirtyminen edellyttää yleensä vain vedenpinnan tason maltillista nostamista. Märät pinnat taimettuvat kuivia paremmin kylvössä ja luontaisessa uudistamisessa

(Saarinen 2013). Toisaalta kohoumia tuottava maanmuokkaus liiallisen märkyyden torjumiseksi voi olla entistäkin tärkeämpää istuttamisen yhteydessä. Se, miten metsä saadaan parhaiten uudistettua nykyistä märemmissä olosuhteissa, on keskeinen aihe tutkimukselle ja kokeiluille.

Luontaisen uudistamista suuri etu metsänviljelyyn eli kylvöön ja istutukseen verrattuna pienemmät uudistamiskulut. Taimimateriaalia tai siemeniä ei tarvitse ostaa, ja myös maanmuokkaus jätetään usein tekemättä. Luontaisessa uudistamisessa taimettumista tapahtuu usean kasvukauden kuluessa, jolloin huonot sääolosuhteet lykkäävät uudistamista seuraavaan vuoteen (Saarinen 2002, Hytönen ym. 2020). Luontaisesti alkunsa saanut metsä voi kasvaa istuttamalla perustettua metsää hitaammin (ks. kuva 6, Nykytila). Tämä johtuu sekä hitaasta uudistumisesta että myös siitä, että jalostetun taimimateriaalin jalostushyödyt jäävät saamatta (Haapanen 2020). Luontaisessa uudistamisessa on myös riskinä, että sitä käytetään kasvupaikoilla, jotka taimettuvat heikosti ja mahdollisesti taloudellisesti heikkotuottoiselle puulajille, kuten hieskoivulle. Tällöin uudistamisesta voi saada alkunsa metsä, jonka puulaji- ja tilajakaumat ovat puuntuotannon ja hiilensidonnan kannalta huonot.

Metsänviljely vaatii onnistuakseen lähes poikkeuksetta maanmuokkauksen, sillä istuttamalla tai kylvämällä syntyneiden taimien kuolleisuus on muokkaamattomassa maassa suurta (ks. Väänänen ym. 2024a). Maanmuokkaus nopeuttaa taimien alkukehitystä. Laikutus, jyrästä ja laikku- ja kääntömätöstys ovat melko kevyitä maanmuokkausmenetelmiä, joissa turvepintaa paljastetaan siementen itämisen tai taimien kasvun parantamiseksi. Navero- ja ojitusmätästyksessä käsitellään suurempi osuus uudistusalan maanpinnasta, ja luodaan vettä johtavia uomia, jotka ojitusmätästyksessä johdetaan suoraan ojiin. Ojitusmätästyksen vesistövaikutukset ovatkin muita maanmuokkaustapoja suuremmat, ja ojitusmätästetyiltä avohakkuualoilta on havaittu suuria kiintoaines- ja typpikuormia (Nieminen 2003). Maanmuokkauksen aiheuttama lisäys vesistökuormituksessa verrattuna uudistamiseen ilman maanmuokkausta kestää yleensä 1-3 vuoden ajan.

Runsasravinteisten paksurupeisten suometsien joukossa on paljon runsaspuustoisia ja uudistuskypsiä metsiä, minkä vuoksi niihin voi kohdistua suuri määrä uudistus- ja harvennushakkuuta lähitulevaisuudessa. Jatkuvapeitteiseen kasvatusta siirtymisellä on näillä kasvupaikoilla todennäköisesti vesistökuormitusta vähentävä vaikutus, mutta ilmastovaikutukset ovat huomattavasti monimutkaisemmat (ks. Tietolaatikko 4).

Tietolaatikko 4: Metsänkasvatustavan vaikutus hiili- ja kasvihuonekaasutaseisiin

Kuivatuksen aiheuttaman turpeen hajoamisen (Luku 2.3.4) lisäksi metsän käsittelyllä on vaikutusta suometsän hiili- ja kasvihuonekaasutaseisiin. Suometsä uudistetaan nykyisin useimmiten avohakkuulla. Avohakkuun jälkeen suometsä muuttuu hiilen nielusta lähteeksi vuosien ajaksi. Tämä johtuu ensisijaisesti puuston ja pintakasvillisuuden hiilensidonnan dramaattisesta vähenemisestä, minkä lisäksi hakkuutähteen ja kuolleiden juurten hajoaminen kasvattavat hiilivirtoja ilmakehään (Korkiakoski ym. 2019, 2023). Poimintahakkuiden ilmastovaikutukset ovat samansuuntaiset, mutta merkittävästi pienemmät ja lyhytaikaisemmat, sillä poistettavan puuston ja hakkuissa syntyneen hakkuutähteen määrät ovat pienempiä. Avohakkuu ei kuitenkaan vaikuttaisi lisäävän turpeen hajoamista maaperässä, sillä puuston poiston seurauksena nouseva vedenpinta hillitsee turpeen hajoamista (Mäkiranta ym. 2010, Korkiakoski ym. 2023). Turpeen hajoamisesta aiheutuva hiilivuo arvioitiin itseasiassa suuremmaksi poimintahakkuin käsitellyssä metsässä, jossa myös vedenpinta pysyi syvemmällä (Korkiakoski ym. 2019).

Maanmuokkauksen ilmastovaikutuksia on tutkittu vain vähän, mutta ainakin laikkumätätystyksen vaikutukset niukkaravinteisen avohakatun suometsän hiilidioksidipäästöihin on havaittu vähäisiksi (Pearson ym. 2012). Mätätystyksessä paljastetusta turpeenpinnasta voi myös syntyä metaani- ja typpioksiduulipäästöjä, mutta avohakkuun ja maanmuokkauksen ilmastovaikutuksia arvioitaessa hiilidioksidipäästöillä on selvästi suurempi merkitys (Tikkasalo ym. 2025).

Jaksollisessa kasvatuksessa puuston hiilensidonnan kannalta on tärkeää, että avohakatun puuston tilalle saadaan nopeasti hyvin kasvava ja täystiheä puusto, joka kykenee sitomaan hiiltä tehokkaasti. Hyvä vaihtoehto uudistamisessa olisikin hyödyntää kehityskelpoiset alikasvokset. Runsasaravinteisten suometsien avohakkuualat viljellään yleensä kuuselle ja lisäksi alueille muodostuu lähes poikkeuksetta

tiheä hieskoivukasvusto. Tällä voi olla merkittävä vaikutus hiilensidontaan, sillä istutetun puuston kasvu ja hiilensidonta ovat taimikkovaiheessa vielä varsin vähäisiä (Korkiakoski ym. 2023). Jatkuvapeitteisessä kasvatuksessa suometsissä hakkuissa jäävä puusto toipuu hakkuiden aiheuttamasta häiriötilasta verraten nopeasti ja jatkaa kasvuaan, mikäli ravinteita on riittävästi käytettävissä (Lehtonen ym. 2023). Koko kiertoaikaa tarkastellessa puuntuotanto – ja sen myötä myös puuston hiilensidonta ja kariketuotanto – näyttäisi olevan suurempaa jaksollisessa kuin jatkuvapeitteisessä kasvatuksessa. Tämä korostuu erityisesti viljelymetsissä, joissa käytetään jalostettuja istutustaimia ja maanmuokkausta taimien kasvun turvaamiseksi (Ahtikoski ym. 2025).

Pelkällä jatkuvaan kasvatukseen siirtymisellä ei saada ainakaan Etelä-Suomen runsasaravinteisissa suometsissä nostettua vedenpinnan tasoa riittävän ylös turpeen hiilivaraston pienenemisen estämiseksi. Vesitalouden hallinnan tulisi olla tärkeä näkökulma suometsän metsänkasvatustavan valinnassa: Mikäli vedenpinta onnistutaan pitämään riittävän korkealla tasolla myös lähellä uudistuskypsyttä olevissa metsissä, jaksollinen kasvatustapa voi olla perusteltu valinta.

Metsänkasvatustavan vaikutuksesta suometsien hiilitaseeseen tarvitaan lisää tutkimusta, erityisesti koko kasvatusketjun kattavia vertailuja. Avo- ja poimintahakkuiden vaikutuksia runsasaravinteisen suometsän hiilensidontaan ja kasvihuonekaasupäästöihin on verrattu kahdella kokeella Etelä-Suomessa 1-6 vuoden ajan hakkuista (Korkiakoski ym. 2019, 2023; Tikkasalo ym. 2025). Näin lyhyen tarkastelujakson perusteella ei voida tehdä päätelmiä eri metsänkasvatustapojen pitkän aikavälin ilmastovaikutuksista, vaikka lyhyellä tarkastelujaksolla avohakkuu aiheuttaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin poimintahakkuu. Suometsien suuren ekologisen vaihtelun takia tutkimustietoa tarvittaisiin myös koko suometsien kirjosta sekä sellaisista suometsistä, joissa siirrytään kosteikkometsätalouteen.

3.4.4. Ojitettujen suometsien luonnonhoito

Kosteikkometsätalouteen siirtyminen lisääisi suolajiston elinvoimaisuutta, sillä kosteammassa ympäristössä viihtyvät metsälajien lisäksi monet puustoisten soiden yleisimmistä lajeista. Suolajien elinolosuhteita voidaan parantaa myös perustamalla kosteikkoja metsätaloustehtävissä olevien kuvioiden sisälle tai laajempien, useista kuvioista muodostuvien kokonaisuuksien alueelle, joka on samassa ojaverkostossa. Näitä

voitaisiin hyödyntää myös metsätalouden vesiensuojelussa suojavyöhykkeinä ja vesiensuojelukosteikkoina. Kosteikon perustamisen jälkeen niille voi ravinteiden pidätyksen seurauksena kehittyä rehevää suoelinympäristöä, joka on uhanalaistunut ojitusten seurauksena.

Kuvioiden sisällä sijaitsevat pienialaiset, märkyden vaivaamat alueet tulisi jättää kuivattamatta myös

jatkossa. Myös näillä kasvavaa puustoa on suositeltavaa säästää, mikä edistää lahoppuun muodostumista ja suuriläpimittaisten puuyksilöiden säilymistä sekä ylläpitää varjoisissa olosuhteissa menestyvän lajiston elinympäristöjä.

Kuten kivennäismaidenkin metsillä, myös suometsillä voi olla merkitystä metsälajien ja lahoppuulla viihtyvien lajien monimuotoisuudelle (Hotanen ym. 2018). Metsälajiston monimuotoisuutta voidaan lisätä ottamalla käyttöön laajamittaisesti tavanomaisia luonnonhoitomenetelmiä, joita sovelletaan jo kivennäismaiden metsissä (Koivula ym. 2024, Rätty ym. 2022). Suojatiheiköt (riistatiheiköt) ovat tarpeellisia myös ojitusalueilla.

Hakkuiden jälkeen lehtipuuston, erityisesti hieskoivun määrä lisääntyy runsasravinteisissa suometsissä, mikä monipuolistaa havupuiden vallitsevien suometsien rakennetta. Vaikka hieskoivun kasvattaminen pääpuulajina ei tavallisesti ole yhtä kannattavaa kuin havupuiden, sen maltillinen määrä metsässä sekapuuna kuitenkin lisää monimuotoisuutta. Hieskoivu myös tuottaa melko nopeasti lahoppuuta, jota suometsissä on nykyisin varsin niukasti (ks. kuva 9, Nykytila). Tuhkalannoitus voi muuttaa erityisesti II-tyyppin suometsien kasvillisuuden aiempaa rehevämmäksi, mikä voi olla positiivista monimuotoisuuden kannalta. Onkin mielenkiintoinen ja vielä tutkimaton kysymys, millaisia elinympäristöjä kosteikkometsätalouden piirissä olevat, aiempaa märemmät ja lannoitetut suometsät tarjoavat suo- ja metsälajistolle.

3.4.5. Ojittamattomien suokuvioiden ja pienvesien hoito valuma-alueella

Metsätalouden piirissä olevilla valuma-alueilla jäljellä olevat ojittamattomat suoalueet muodostavat arvokkaita elinympäristöjä ja ovat keskeisiä suoluonnon tilan ylläpitämisessä. Erityisesti näillä on merkitystä Etelä- ja Keski-Suomessa, missä suurin osa soista on jo ojitettu metsätaloutta varten. Monet jäljellä olevat ojittamattomat suoalueet ovat jo kuivahtaneet lähitöällä aikoinaan tehtyjen ojitusten seurauksena (Sallinen ym. 2019). Näiden suokuvioiden säilyminen edelleen luonnontilaisina ja kuivahtaneiden alueiden hydrologian palauttaminen lähemmäksi ojittamattoman suon vesitaloutta tukevat merkittävästi monimuotoisuuden ja vesienhallinnan tavoitteita. Keskeisiä keinoja parantaa näiden suoelinympäristöjen tilaa on välttää voimakkaita kunnostusojituksia läheisillä ojitusalueilla sekä toteuttaa vesienpalautustoimia eli uudelleenohjata vesiä yläpuoliselta valuma-alueelta kuivahtaneelle ojittamattomalle suokuvioille (Granqvist 2024). Vesienpalautus edellyttää valuma-alueen tarkastelua.

Pienvesien hoito ja kunnostus ovat keskeisiä toimenpiteitä valuma-alueen vesiluonnon tilan

parantamisessa. Metsäojituksen yhteydessä kuivatut lähteet, peratut purot ja lasketut lammet muodostavat osan ojaverkostoa ja ovat keskenään yhteydessä samalla valuma-alueella, minkä vuoksi niiden kunnostus edellyttää kokonaisvaltaista valuma-alueen tarkastelua. Esimerkiksi lähteen kunnostus voi koskea vain yksittäistä metsikkökuviota, kun taas laajemman ojitusalueen kuivatus voi riippua alapuolisen, ojitusten yhteydessä lasketun metsälammen vedenpinnan tasosta. Peratut purot toimivat usein valtaojina, jotka kokoavat ojitusalueiden vesiä. Niiden kunnostaminen lähemmäs luonnontilaa voi paitsi parantaa pienvesiluonnon tilaa, myös vähentää kiintoaineskuormitusta vesistöihin. Näin pienvesikunnostukset tukevat sekä luonnon monimuotoisuutta että vesistökuormituksen vähentämistä.

3.4.6. Soiden ennallistaminen

Suoelinympäristöjen lisäämisen tarve on suurin Etelä-Suomessa ja runsasravinteisissa suometsissä. Märkänä pysyneet, puustoiset suometsät ovat ensisijaisia ennallistamiskohteita, koska niillä on jo suoelinympäristön piirteitä, joita ennallistaminen ylläpitää ja kohentaa. Etelä-Suomessa on kuitenkin ojittamattomia reheviä soita ja suometsiä niin vähän jäljellä, että ennallistamistoimia tarvitaan myös tehokkaasti kuivuneissa suometsissä. Kosteikkometsätaloudessa esitetty vedenpinnan pysyväisluonteinen nosto voi myös pysäyttää suolajien häviämisen ja mahdollistaa ainakin yleisimpien suolajien palaamisen myös talouskäytössä oleviin suometsiin.

Tässä visiossa esitetään, että kitu- ja joutomaan ojitetut suometsät (luokka 1, kuva 12) poistettaisiin puuntuotannosta. Näitä kohteita esiintyy erityisesti jäkälä-, varpu- ja puolukkaturvekankailla, mutta joukossa on myös noin 40 000 ha mustikka- ja ruohoturvekankaita. Ennallistamistoimet olisi perusteltua kohdistaa erityisesti näihin runsasravinteisiin kohteisiin, sillä niissä voidaan saavuttaa merkittäviä monimuotoisuushyötyjä ilman suuria menetyksiä puuntuotannossa tai puuston hiilensidonnassa. Myös puolukkaturvekankaisiin kuuluvia kitu- ja joutomaita (yhteensä 84 000 ha) kannattaa ennallistaa monimuotoisuussyistä, ja tutkimusten mukaan ennallistaminen onnistuu niissä suhteellisen hyvin (Elo ym. 2024). Sen sijaan jäkälä- ja varputurvekankailla monimuotoisuushyödyt voivat jäädä vähäisiksi. Myös niukkaravinteisiä heikkotuotoksia alueita (luokka 2) kannattaa ennallistaa, mikäli ne ovat vesiensuojelun kannalta merkittäviä kohteita. Runsasravinteisiä ja paksaturpeisia suometsiä (luokat 4B ja 4C) tulisi ennallistaa erityisesti Etelä-Suomen suoluonnon tilan parantamiseksi.

Pitkään ojitetuina olleet, tehokkaasti kuivatetut alueet eivät aina ennallistu helposti, eikä suolajisto välttämättä palaudu ensimmäisten 10-15 vuoden aikana

(Elo ym. 2024). Haasteita esiintyy erityisesti ravinteisuusdeltaan ääripäihin sijoittuvilla kohteilla - sekä runsas- että niukkaravinteisilla soilla. Toisaalta ennallistamistoimet pysäyttävät jäljellä olevien suolajien häviämisen ja ohjaavat ekosysteemin kehitystä kosteampaan suuntaan, mikä voi olla tärkeää tulevaisuudessa, kun ilmastonmuutos lisää lämpö- ja kuivuusjaksoja, ja siten suometsien kuivumispainetta. Vaikka harvinaiset tai vaateliaat suolajit eivät yleensä palaa muutamassa vuodessa, ennallistaminen käynnistää suoekosysteemin toiminnan uudelleen ja luo edellytyksiä suolajiston palautumiselle pitkällä aikavälillä.

Ennallistaminen turvaa tehokkaasti turpeen ja sen hiilivaraston säilymisen. Tällöin suurin hyöty saadaan, kun ennallistetaan suo, jossa on mahdollisimman paksu turvekerros, joka hupenee suon pysyessä ojitettuna. Ilmastovaikutusten näkökulmasta ennallistamiskohteiksi tulisi siten valita sellaisia Etelä-Suomen runsasravinteisiä suometsiä, joiden turvekerros on paksu. Näin pystytään pitkällä aikavälillä estämään suuren hiilimäärän päätyminen ilmakehään. Runsa-puustoisten, ojitettujen suometsien ennallistamisella ei usein kuitenkaan saada aikaan ilmastoa viilentävää vaikutusta edes pitkällä, 200 vuoden aikajänteellä, koska kasvullisen puuston osittainenkin poisto vähentää puuston hiilivarastoa voimakkaasti (Launiainen ym. 2025). Ilmastoa viilentävän vaikutusten lisäämiseksi kosteikkometsätaloudella lienee suurempi potentiaali kuin ennallistamisella ainakin lähivuosisikymmeninä.

Ennallistamisella voidaan edistää vesistöjen suojeilua, kun aiemmin ojitettuna olleet tai läheisten ojitusten seurauksena kuivahtaneet suoalueet saadaan suodattamaan yläpuoliselta metsätalousalueelta tulevaa vettä ennen sen päätymistä vesistöön. Ennallistettavien kohteiden valinnassa kannattaa ottaa huomioon suo- ja vesiluonnon monimuotoisuuden edistämisen lisäksi vesien suojeilu. Näin voidaan saavuttaa suurempi kokonaishyöty suhteessa puuntuotannossa menetettyyn pinta-alaan.

3.4.7. Vesiensuojelutoimenpiteiden laaja-alainen käyttöönnotto

Metsätalouden kuten muidenkin maankäyttömuotojen aiheuttamaa kiintoaines- ja ravinnekuormitusta voidaan torjua kahdella tavalla: joko 1) ennaltaehkäisemällä ts. suunnittelemalla ja mitoittamalla toimenpiteet niin, että kuormitusta ei synny tai se jää vähäiseksi tai 2) jälkikäsitteilyllä eli pidättämällä ojavesiin päätyneet kuormitukset vesiensuojelurakenteilla ennen sen päätymistä vesistöihin. Tähän asti metsätalouden kuormituksen torjunnan painopiste on ollut jälkikäsitteilyssä, vaikka ennaltaehkäisy olisi usein kustannustehokkaampaa. Kosteikkometsätalouden (Luku 3.1) yhtenä keskeisenä näkökulmana on vesistökuormituksen ennaltaehkäisy, ja tässä luvussa käsitellään jälkikäsitteilyä.

Pintavalutuskosteikot riittävän laaja-alaisina suhteessa valuma-alueen pinta-alaan ovat käytännössä ainoita menetelmiä, joilla pystytään tehokkaasti pidättämään ojavesistä kiintoaineksen lisäksi myös liuenneita ravinteita. Pintavalutuskosteikoilla (myös pintavalutus kentät/vesiensuojelukosteikot) tarkoitetaan ojitusalueen ja vesistön väliin jätettyä ojitamatonta tai ennallistettua suota tai varta vasten rakennettua kosteikkoo, jonka kautta ojitusalueelta tulevat vedet johdetaan alapuoliseen vesistöön. Parhaita pintavalutuskosteikkoja olisivat laaja-alaiset ojitamattomat suot, jotka ovat tavallisesti myös taloudellisesti vähäarvoisia. Pitkä veden viipymä laajoilla kosteikoilla mahdollistaa ravinteiden pidätyksen kasvillisuuteen ja turpeeseen. Pitkä veden viipymä mahdollistaa myös sen, että talvikaudella kosteikolle huuhtoutuneet ravinteet ovat kosteikolla edelleen, kun ravinteita pidättävät prosessit käynnistyvät lämpimään aikaan. Ollakseen tehokas fosforin pidättäjä kosteikon on oltava verraten suuri, 2-4 prosenttiyksikköä valuma-alueen pinta-alaan suhteutettuna (Nieminen ym. 2025). Fosforiin verrattuna kosteikot pidättävät paljon heikommin esimerkiksi orgaanista hiiltä ja typpeä; joskus ne voivat jopa lisätä orgaanisen hiilen huuhtoumaa.

Mikäli kosteikko perustetaan metsäojitetulle suolle ennallistamalla, se voi aluksi lisätä kuormitusta. Tällaisen kosteikon fosforikuormitus voi kaiken kaikkiaan olla 1-3 kg/ha (ennallistamisen nettokuormitus), mutta suurempiakin kuormia on raportoitu (Koskinen ym. 2011, 2017). Toisaalta kyseessä on kertaluonteinen kuormituksen kasvu ja pitkällä aikavälillä ennallistaminen vähentää kuormitusta, erityisesti fosforikuormaa (Nieminen ym. 2020a; Miettinen ym. 2012). Pintavalutuskosteikko edistää vesiensuojelun ohella myös suoluonnon monimuotoisuutta.

Yleisimmät nykyään käytössä olevat vesiensuojelurakenteet, kuten laskeutusaltaat sekä virtaamansäättöpädet ja putkipädet, pidättävät vain kiintoainesta ja ovat tehokkaimmillaan tilanteissa, joissa eroosio on voimakasta eli liikkeelle lähtenyt huuhtouma on suurta. Sen sijaan keskimääräisillä metsäalueiden kuormitustasoilla niiden pidätysteho voi jäädä heikoksi. Tämän vuoksi erilaisia vettä pidättäviä ja sen viipymää lisääviä padotusratkaisuja olisi tarkoituksenmukaista kohdentaa erityisesti voimakkaasti syöpyviin valtaosiin. Putkipätoja tai useammasta padosta muodostettuja järjestelmiä voitaisiin hyödyntää myös kuivatusojien vedenpinnan ala- ja ylärajan säätelyssä, mikä tarjoaa mahdollisuuksia myös suometsän vesitalouden hallintaan.

Maa- ja metsätalouden yhteisten vesiensuojeluratkaisujen toteuttaminen tarjoaisi lupaavan keinon vähentää valuma-alueiden vesistökuormitusta. Esimerkiksi yhteisten kosteikkojen rakentamisella sekä kastelemalla peltoja metsäojitusalueiden vesillä

voidaan parantaa vesiensuojelua ja -hallintaa. Mikäli pelto sijaitsee metsäojitusalueen valuma-alueella, pelloilta tulevat vedet voitaisiin myös ohjata metsäalueelle perustettavalle pintavalutuskosteikolle. Tämä mahdollistaisi pelloilta valuvien ravinteiden ja kiintoaineksen tehokkaan pidättämisen ennen niiden päättymistä vesistöihin.

Yksi tehokasta vesiensuojeluratkaisua yhä odottava ongelma on vesistöjen tummumista aiheuttavan orgaanisen hiilen sekä raudan kuormitus. Liuenneet orgaaninen aine voitaisiin tehokkaasti poistaa valumavesistä vain kemiallisella puhdistuksella, mutta menetelmän käyttöä rajoittavat korkeat kustannukset sekä vaikeudet saada menetelmä toimimaan maasto-oloissa. Myös laaja-alaisten luonnontilaisten soiden käyttämisellä pintavalutuskosteikkoina voidaan orgaanisen hiilen kuormaa vähentää jonkin verran. Kemiallista puhdistusta halvempia ratkaisuja, kuten biohiilisuodattimia tai puutavaran lisäämistä ojiin, on myös kokeiltu, mutta lisätutkimuksia erityisesti pitkäaikaisvaikutuksista ja kustannustehokkuudesta tarvittaisiin lisää (Saarela ym. 2020). Biohiilisuodattimien käytön voisi keskittää esimerkiksi hakkuiden tai ojien kunnostuksen aiheuttamien kuormituspiikkien poistamiseksi 1-3 vuotta toimenpiteen jälkeen, vaikka varsinaista ojituksen aiheuttamaa kuormitusvaikutusta niillä ei pystyittäisikään poistamaan.

3.4.8. Valuma-alueen hakkuiden koordinointi

Hakkuiden voimakkuuden eli valuma-alueelta poistetun puuston määrän on yhteydessä vesistökuormitukseen: mitä suurempi puumäärä kerralla poistetaan

pinta-alayksikköä kohti, sitä suurempi on myös typpi- ja fosforikuormitus (Nieminen ym. 2023). Hakkuiden aiheuttama valunta- ja kuormituspiikki vesistöihin on yleensä suurimmillaan 1-2 vuotta hakkuun jälkeen (Finér ym. 2010).

Valuma-alueella samalla kertaa tehtävien hakkuiden koordinointia niiden laajuutta tai voimakkuutta rajoittamalla voitaisiin pitää vesistöön kohdistuvat kuormituspulssit maltillisina. Tämä tehostaisi myös vesiensuojelurakenteiden toimintaa ja ravinteiden pidättymistä ennen niiden pääsyä vesistöön. Käytännössä rajoitustoimet tarkoittaisivat valuma-alueella tehtävien uudistushakkuualueiden pienentämistä ja niiden toteutuksen ajoittamista useammalle vuodelle tai hakkuiden toteuttamista jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen menetelmin (poimintahakkuut sekä pienaukko- ja kaistalahakkuut). Hakkuiden koordinointi vaatisi valuma-alueen maanomistajien yhteistyötä. Koordinointia voisivat tehdä myös puunkorjuun toteuttajat (ks. luku 4.3.5., Ohjaukskeinot). Hakkuiden koordinointi ei suoraan vähentäisi hakatun puun kokonaismäärää, mutta jaksottaisi sitä useammalle vuodelle, minkä metsätalouden tulosta heikentävät vaikutukset puolestaan riippuvat siitä, kuinka paljon hakkuuta joutuisi tietyllä kuviolla lykkäämään. Myös puunkorjuun yksikkökustannukset saattaisivat kasvaa, kun kerralla korjattava puumäärä vähenisi ja mittakaavaedut eivät toteutuisi täysimääräisinä puunkorjuussa.



Kuva: Jari Lindeman

4. Ohjauskeinot

4.1. Ohjauskeinojen tarpeesta ja tyypeistä

Kun ojitettua suometsää käytetään markkinahyödykkeen - puun - tuotantoon, taloudellisen hyödyn saavat ennen kaikkea puuta myyvä metsänomistaja, puusta tuotteita jalostava metsäteollisuus ja puun arvoketjusta elantonsa saavat ammattilaiset, sekä myös yhteiskunta mm. verokertymän kautta. Ojitetun suometsän nykyisen kaltainen metsätalous aiheuttaa kuitenkin myös merkittäviä haittoja yhteiskunnalle vesistöjen laadun heikkenemisen, kasvihuonekaasupäästöjen ja luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen kautta. Keskeistä on, että nämä haitat eivät rajaudu metsänomistajiin vaan ne koskettavat koko yhteiskuntaa. Koska näistä haitallista vaikutuksista ei lähtökohtaisesti tarvitse maksaa korvausta kärsiville osapuolille, metsien käytöstä päättävillä toimijoilla ei ole ainakaan täysimääräistä kannustinta pyrkiä haittojen vähentämiseen. Tällaisia haitallisia vaikutuksia kutsutaan taloustieteessä negatiivisiksi ulkoisvaikutuksiksi (ks. Harris ja Roach 2021).

Ojitettujen suometsien kohdalla haitallisia ympäristövaikutuksia lisäävät maaperän voimakkaaseen kuivattamiseen pyrkivät käytännöt. Kuten aiemmissa luvuissa on kuvattu, tarpeettoman syvien ja leveiden ojien aikaansaama ylikuivatus ei nykytiedon mukaan edistä puiden kasvua, vaan saattaa jopa haitata sitä erityisesti kuivina kesinä ja ilmaston lämmitessä. Pyrkimys maaperän voimakkaaseen kuivattamiseen on kuitenkin aiempien vuosikymmenten neuvonnan ja tukijärjestelmien myötä iskostunut syvälle maanomistajien mieliin ja ojituksia toteuttavien urakoitsijoiden toimintamalleihin. Metsänomistajilla ei ole riittävästi tietoa myöskään tuhkalannoituksen mahdollisuuksista (Maidell ym. 2024).

Yhteiskunnallisessa päätöksenteossa voidaan hakea tasapainoa ojitettujen suometsien puuntuotannosta saatavan hyödyn ja ulkoishaittojen välillä (Miettinen ym. 2020). Tämän visioraportin Visio- ja Toimenpiteet-luvut kuvaavat ehdotusta useita tavoitteita tasapainottelevaksi suometsien hoidon kokonaisuudeksi sekä sen edellyttämiä toimenpiteitä. Jotta nykytilasta voitaisiin päästä kohti tilannetta, jossa ojitetuissa suometsissä toimitaan enenevässä määrin edellä mainittuja suuntaviivoja (tai yleisemmin yhteiskunnallisesti

hyväksytyjä periaatteita) mukailten, tarvitaan nykyisten ohjauskeinojen päivittämistä ja kokonaan uusien ohjauskeinojen suunnittelua ja käyttöönottoa.

Ohjauskeinoilla tarkoitetaan julkishallinnon tapoja vaikuttaa kansalaisten ja yksityisen sektorin toimintaan. Ohjauskeinot voidaan karkeasti jakaa kolmeen tyyppiin (vrt. Somanathan ym. 2014):

- Informaatio-ohjaus, eli julkisen hallinnon tarjoama tieto, neuvonta ja koulutus, voi kasvattaa toiminnan tietopohjaa ja muuttaa toimijoiden asenteita.
- Normiohjauksella (lainsäädäntö, kaavoitus ja lupakäytännöt) luodaan rajat sallitulle toiminnalle.
- Taloudellisilla ohjauskeinoilla (esim. verot ja tuet) pyritään muuttamaan yksilöiden ja organisaatioiden taloudellisissa päätöksissään kohtaamaa kannustinympäristöä. Veroilla myös kerätään varoja julkisten menojen kattamiseksi; vastaavasti tuet on rahoitettava valtion budjetista. Taloudellinen ohjauskeino voidaan muotoilla myös keinotekoisena markkinan muotoon (esim. päästöoikeuskauppa).

Näiden kolmen peruskategorian rinnalla tuuppaus (Byerly ym. 2018) on viime vuosina herättänyt kasvavaa mielenkiintoa. Tuuppauksessa ihmisten valintoja ohjataan hienovaraisesti muuttamalla sitä, miten valittavissa olevat vaihtoehdot esitetään. Taustalla on käyttäytymistieteellinen tieto siitä, että ihmiset eivät toimi täysin rationaalisesti. Tuuppauksen voi ajatella sijoittuvan informaatio-ohjauksen ja taloudellisten ohjauskeinojen välimaastoon. Laajasti ymmärrettyä myös uusien käytäntöjen pilotointi ja sen tuottamat positiiviset esimerkit voidaan ajatella tuuppaukseksi.

Ohjauskeinotyypit eivät ole keskenään vaihtoehtoisia, vaan yleensä tarvitaan usean eri ohjauskeinotyypin yhdistelmää (ks. Pachego-Vega 2020). Esimerkiksi informaatio-ohjaus on välttämätön tuki kaikille muille ohjauskeinoille, koska se auttaa toimijoita ymmärtämään kunkin ohjauskeinojen taustalla olevat tavoitteen, ohjauskeinojen toimintaperiaatteen ja sen, miten omaa toimintaa täytyy tai kannattaa muuttaa. Informaatio-ohjaus tai tuuppaus ei yleensä yksin

riitä ohjaamaan toimintaa silloin, kun taloudelliset intressit ovat vahvat tai nykyiset toimintatavat ovat syvälle juurtuneet ja muutokset herättävät voimakasta vastustusta. Usein onkin perusteltua hyödyntää normiohjausta eli asettaa sallitulle toiminnalle jonkinlaiset rajat, joiden ylittämisestä seuraa sanktio - tämä on perinteinen lähestymistapa ympäristövaikutuksia koskevassa ohjauksessa. Normiohjauksen etuihin kuuluu usein selkeys ja ymmärrettävyys, kun taas haittapuolena voi olla heikko kustannustehokkuus, kun kaikilta toimijoilta edellytetään samaa toimintatapaa tai suoritustasoa riippumatta näihin liittyvistä eroavista kustannuksista. Taloudellisilla ohjauskeinoilla taas voidaan kannustaa toimijoita ylittämään normien asettamat vähimmäisvaatimukset ja tuottamaan ympäristöhyötyjä kustannustehokkaasti (Dasgupta 2021), erityisesti silloin kun toimijalla on itsellään paras tieto toimien vaikutuksista ja kustannuksista.

Ohjauskeinoja voidaan tarkastella ja arvioida useasta eri näkökulmasta. Luontevia tarkastelu-ulottuvuuksia ovat ainakin vaikuttavuus, eri tahoille koituvat kustannukset ja hyödyt sekä näiden hyväksyttävyys, kuten myös juridis-hallinnollinen toteutettavuus. Koska ohjauskeinoarvioinnin eri ulottuvuuksille ja ohjauskeinojen tulonjakovaikutuksille annettavat painoarvot ovat viime kädessä poliittinen kysymys, tutkimus ei useinkaan pysty yksiselitteisesti vastaamaan kysymykseen siitä, mitä ohjauskeinoja tulisi ottaa käyttöön.

4.2 Suometsien erityispiirteet ohjauksen kannalta

Ojitettut suometsät ovat haastava kohde yhteiskunnalliselle ohjaukselle. Yksi syy tähän on suometsiin liittyvien ulkoisvaikutusten moninaisuus ja luonnontieteellinen monimutkaisuus: Suometsien käyttö vaikuttaa puuntuotannon lisäksi voimakkaasti Suomen kasvihuonekaasutaseeseen, vesistöjen tilaan ja luonnon monimuotoisuuteen (Ojanen ym. 2020, Palviainen ym. 2024). Nämä vaikutukset ovat keskenään linkittyneitä, ja ne syntyvät monimutkaisissa ekosysteemiprosesseissa tapauksesta riippuen vuosien tai vuosikymmenien aikana osin yksittäisellä metsikkökuviolla ja osin tilan tai jopa valuma-alueen tasolla. Käytännössä ojitettujen suometsien puuston kasvuun ja ulkoisvaikutuksiin vaikutetaan sekä ojituksen että hakkuiden ja metsänuudistamisen kautta. Toisaalta hakkuiden toteutustapa vaikuttaa haihdunnan muutosten ja uudistamismenetelmän kautta ojituksen tarpeeseen (ks. Toimenpiteet-luku). Yhteiskunta voi siis pyrkiä ojitettuja suometsiä koskeviin tavoitteisiinsa ohjaamalla joko ojitusta, hakkuita tai molempia. Haastetta lisää se, että ojitettu suometsä voi aiheuttaa merkittäviä ympäristöhaittoja vielä vuosikymmeniä viimeisimpien metsätaloustoimien jälkeen. Yhteiskun-

nan kannalta toivottavan suometsien tilan kannalta ei siis välttämättä riitä se, että ympäristöhaittoja aiheuttavia toimia rajoitetaan - lisäksi täytyisi saada liikkeelle aktiivisesti haittoja vähentäviä toimia.

Tieteellinen tieto ojitettujen suometsien ekosysteemiprosesseista ja niihin pohjautuvista ulkoisvaikutuksista on osin puutteellista ja sisältää epävarmuuksia. Ohjauskeinojen toimeenpanon kannalta olisi toivottavaa löytää sellaisia ohjauskeinoja, jotka vaikuttaisivat positiivisesti useaan eri ulkoisvaikutukseen, tai ainakaan eivät aiheuttaisi merkittävää haittaa jollekin ympäristönsuojelun ulottuvuudelle parantaessaan muita. Toisaalta ohjauskeinot tulisi suunnitella siinä mielessä joustaviksi, että niiden yksityiskohtia pystytään päivittämään tieteellisen tiedon karttuessa ja tarkentuessa ja toimintaympäristön muuttuessa.

Toinen merkittävä haaste liittyy vesitalouden maanomistuksen rajat ylittävään luonteeseen. Jo latvavaluma-alueiden tasolla metsiköt (ja pellot) kuuluvat yleensä usealle eri maanomistajille, ja hyvän, puuntuotannon hyötyjä ja ympäristöhaittojen hallintaa tasapainottelevan ratkaisun aikaansaaminen tyyppillisesti edellyttäisi näiden maanomistajien yhteistyötä tai tilusjärjestelyä. Yhteistyön aikaansaaminen ei kuitenkaan ole helppoa (Voukoun ym. 2009). Paikkatiedon kehittyminen ja enenevä avoin saatavuus voivat omalta osaltaan auttaa maanomistajien välistä yhteistyötä vesienhallinnassa ja hakkuiden ajoituksessa, mutta toistaiseksi taloudelliset kannustimet maanomistajien yhteistyöhön puuttuvat.

Suometsien käytön ohjaamisen haasteista jotkin ovat yhteisiä kaikille sellaisille taloudellisille toiminnoille, joihin liittyy hajakuormitusta. Hajakuormituksella tarkoitetaan sitä, että mahdolliset päästöt eivät tule yhdestä, helposti mitattavasta kohdasta kuten tehtaan piipusta, vaan laajalta maa-alueelta (Xepapadeas 2011). Puuntuotannon alaan kuuluvia suometsiä on 4,6 milj. ha, ja näillä on viimeisen 10 vuoden aikana tehty hakkuita vuosittain noin 170 000 hehtaarilla; oja on kunnostettu vuosittain noin 30 000 hehtaarilla (Korhonen ym. 2024, S2; Luke Tilastotietokanta 2025). Näin ollen kaikki ojitettuihin suometsiin kohdistuvat ohjauskeinot kohtaavat kysymyksen siitä, miten ja millaisin hallinnollisin resurssein niitä voidaan toimeenpanna ja valvoa, ja millaisen hallinnollisen taakan ne aiheuttavat metsänomistajille ja muille metsätalouden parissa toimiville. Tämä tekee erityisesti tulosperusteisten ohjauskeinojen - jotka käytettyjen keinojen sijasta palkitsevat tai rankaisevat toimijaa aikaansaaduista vaikutuksista - soveltamisesta vaikeaa, vaikka ne ovatkin periaatteessa houkuttelevia jättäessään toimijoille paljon vapautta valita parhaaksi katsomansa

toimet (Iho ym. 2025). Normiohjauksen tapauksessa todentamisen ongelmaa voi lähestyä ainakin pistotarkastusten kautta, jos niiden todennäköisyys mitoitetaan riittäväksi suhteessa sanktioiden suuruuteen (ks. Telle 2009).

Toinen mahdollinen lähestymistapa olisi pyrkiä kohdistamaan uudet ohjauskeinot etupäässä niille kasvupaikoille, valuma-alueille ja erityiskohteille, joissa ojitettujen suometsien käytön aiheuttamat ympäristöongelmat ovat suurimpia. Nykytutkimuksen mukaan olisi kyse rehevistä ruoho- ja mustikkaturvekankaan metsiköistä, suometsävaltaisista valuma-alueista ja herkkien tai arvokkaiden vesistöjen valuma-alueista sekä tehokkaiden vesiensuojelurakenteiden kannalta keskeisistä valuma-alueen osista. Vaihtoehtoisesti voidaan tarttua kohteisiin, joissa kustannus omistajille on alhainen (vaikka hyödyt vähäisempiä).

Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus vaikuttaa nykytiedon valossa lupaavalta työkalulta metsätalouden ympäristöhaittojen vähentämiseen erityisesti runsasravinteisissa suometsissä (Kotiaho ym. 2022, Viitala ym. 2023), joissa se helpottaa maaperän riittävän ja tasaisen kosteuden ylläpitämistä. Jatkuvapeitteinen metsänhoito todennäköisesti johtaa hieman jaksollista pienempään puuntuotukseen, mutta vaikutus metsänomistajan talouteen voi olla negatiivinen tai positiivinen olosuhteista ja toteutustavasta riippuen (Juutinen ym. 2021, Tahvonen 2022, Ahtikoski ym. 2025). Jos siirtymä jatkuvapeitteiseen metsänhoitoon yhdistetään aiemmin puuston kasvun kannalta liiankin tehokkaasti kuivatetun kohteen vedenpintaa nostaviin toimiin sekä ravinnetalouden hoitoon tuhkalannoituksen avulla, mahdolliset tulonmenetykset voivat jäädä pieniksi.

Ojitettujen suometsien käytön ohjausta pohtiessa on välttämätöntä ottaa huomioon suometsien julkisen ohjauksen historia ja nykytilanne (ks. luku 2.1., Nykytila). Pikkuhiljaa ohjauksen lähestymistapoja on päivitetty (Lehtonen ym. 2022), ja vuoden 2023 jälkeen ojien kaivamiseen ei ole enää saanut tukea. Tukijärjestelmä ei kuitenkaan luo riittäviä kannustimia suometsissä tehtäviin ympäristön tilaa parantaviin toimiin. Haasteena on myös, että menneiden vuosikymmenten informaatio-ohjauksen tuloksena kentällä on edelleen vääriä käsityksiä tehokkaan kuivatuksen tarpeellisuudesta. Sääntely, jonka tulisi rajoittaa ympäristöhaittoja, sallii ojituksen osalta merkittävienkin vesistöhaittojen aiheuttamisen.

Valtio on ollut keskeisessä roolissa tekemässä ojitetuista suometsistä yhtäältä tärkeää puuntuotannon resurssia ja toisaalta merkittävien ympäristöongelmien lähdeä (ks. luvut 2.4.2.-2.4.4., Nykytila). Monet maanomistajat ovat jo ehtineet hyötyä tai tulevat lähivuosina hyötymään taloudellisesti valtion tuella kasvatetuista suometsistä, mutta toisaalta

heihin kohdistuu nyt yhteiskunnan taholta odotuksia monitahoisten ongelmien ripeästi ratkaisemisesta. Voikin ajatella, että valtion on perustelua osallistua ojitettujen suometsien käyttötapojen päivitykseen paitsi informaatio-ohjausta tarjoamalla ja normeja asettamalla tai päivittämällä, myös tarjoamalla taloudellisia kannustimia muutokseen. Painetta ja ratkaisuja ojitettujen suometsien nykyistä kestävämmälle käytölle voi syntyä myös markkinoiden ja toimialan maineen kautta. Nykyisillä kriteeristöillä vapaaehtoisuuteen perustuvat metsäsertifointijärjestelmät eivät kuitenkaan todennäköisesti riitä viemään suometsätaloutta visiossa kuvattua tavoitetilaa kohti ilman julkisen vallan ohjausta.

4.3 Ehdotuksia ohjauskeinoiksi

4.3.1 Kuivatuksesta kosteikkometsätalouteen -tiedotus ja koulutus [informaatio-ohjaus]

Kuivatuksesta kosteikkometsätalouteen -informaatio-ohjauksen tarkoituksena olisi levittää laajasti tuoreimpaan tieteelliseen ymmärrykseen perustuvia suosituksia ojitettujen suometsien hoidosta ja näillä tavoiteltavista hyödyistä. Kohderyhmiin kuuluisivat metsänomistajat, metsäammattilaiset, metsäammattilaisia kouluttavat oppilaitokset ja myös metsistä tai vesistöistä virkistyshyötyjä saavat kansalaiset, ja kullekin ryhmälle tarjottaisiin kohdennettua tietoa. Tiedotus ja koulutus kattaisivat koko ojitettujen suometsien skaalan, mutta keskiössä olisivat erityisesti runsasravinteiset, paksaturpeiset suometsät Etelä-Suomessa (luokka 4C, kuva 12, Toimenpiteet) sekä valuma-alueen toimenpiteet (ks. luvut 3.3. ja 3.4., Toimenpiteet). Tulosten jatkuvuus varmistettaisiin integroimalla kosteikkometsätalouden käytännöt osaksi metsänhoidon suosituksia sekä oppilaitosten opinto-ohjelmia ja metsäammattilaisten täydennyskoulutusta. Suometsien parissa työskentelevien riittävä osaaminen voitaisiin varmistaa edellyttämällä kurssin ja osaamiskokeen läpäisy (ks. Suometsäosaaja 2025). Velvoite osaamiskokeen läpäisemisestä koskisi metsäammattilaisten lisäksi kaikkia metsätalouden maanmuokkausten tai ojitusten toteuttajia, mukaan lukien maanrakennusalan työntekijät ja omaa kaivinkonettaan käyttävät metsänomistajat.

Tiedotukseen ja koulutukseen perustuvan ohjauskeinon vahvuuksiin kuuluisivat sen edullisuus ja olettavasti korkea hyväksyttävyyys sidosryhmien parissa. Tietopohjaa parantamalla ohjauskeino myös merkittävästi edistäisi kaikkien muiden ohjauskeinojen tehoa ja hyväksyttävyyttä ja olisi jopa niiden toimivuuden edellytys. Informaatio-ohjauksen haasteena on se, että vaikuttavuutta on etukäteen vaikea arvioida, ja vaikuttavuus voi olla heikointa siellä, missä tarve muutoksille olisi suurin.

4.3.2 Metsätaloudellisen ojituksen luvanvaraisuus [normiohjaus]

Ohjauskeinossa ojituksella tarkoitetaan kaikkea vettä johtavien uomien kaivuuta ja perkausta metsätalouden maalla kattaen sekä uudistusvaiheen että kiertoajan aikaiset työt. Ohjauskeinon ajatuksena on uudistaa sääntelyä niin, että kiellettäisiin metsätaloudelliset uudisojitukset ja säädettäisiin luvan- tai ilmoituslupavaraisiksi kaikki vettä johtavien uomien kaivu ja perkaus. Käytännössä sääntely koskisi nykyistä toimenpiteistä kunnostusojitusta sekä navero- ja ojitusmätästystä. Kunnostusojituksen ja muiden uomien kaivuuta ja perkausta sisältävien toimien osalta sääntelyn ja sen valvonnan intensiteetti suhteutettaisiin ympäristövaikutuksen mittakaavaan: naverointi ojiin liittämättä sallittaisiin ilmoitusmenettelyllä, kun taas toisessa ääripäässä laaja kunnostusojitus edellyttäisi valuma-alueen huomioon ottamista ja maanomistajien yhteistyötä (tai tilusjärjestelyitä) sekä karttoihin ja vaikutusarvioihin perustuvaa lupaharkintaa. Johtoajatuksena on, että kaikki suometsien vesitalouden järjestely saataisiin viranomaisten tietoon, jolloin voitaisiin ennaltaehkäistä liiallinen kuivatusteho ja varmistaa vesiensuojelutoimien riittävyys.

Metsätaloudelliseen ojitukseen myönnettävän luvan myöntämisedellytyksinä voisi olla, että a) lupahakemuksessa on perustellusti tunnistettu kohdat, joissa kuivatusta tarvitsee lisätä, eli liika märkyys haittaa merkittävästi puuston kasvua, ja b) on tunnistettu menetelmät, joilla toivottu vesienhallintatulos saavutetaan noudattaen kuivatusojien enimmäismittoja (esimerkiksi enimmäissyvyys 70 cm). Lisäksi luvan edellytyksenä olisi, että c) huomattavat vesistöhaitat ja -riskit on tunnistettu ja ne voidaan estää toteuttamalla tehokkaaksi todettuja vesiensuojelutoimenpiteitä (kosteikot, pintavalutuskentät, syöpyviin ojiin patorakennelmat) eli parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) sekä d) ojituksen vaikutuspiirissä olevat ojitamattomat suoalueet on tunnistettu, ja ojitus voidaan toteuttaa niin, ettei se aiheuta ojitamattomien suoalueiden lisäkuivumista. Mikäli aiempi ojitus on jo merkittävästi kuivattanut ojitamattomia suoalueita, ojitushankkeen yhteydessä ohjataan vesien virtausta takaisin ojitamattomalle suoalueelle. Kohtien a) - c) arvioimiseen olisi tarpeen kehittää käyttäjää varten yksinkertaistettu hydrologisiin malleihin (Laurén ym. 2021, Palviainen ym. 2024) ja paikkatietoon pohjautuva työkalu.

Ohjauskeino koskisi lähes kaikkia puuntuotantoon käytettäviä ojitettuja suometsiä sekä ojitettuja kivennäismaita. Heikkotuottoisissa suometsissä kunnostusojituksia ei suositella tehtäväksi lainkaan (luokka 2, kuva 12, Toimenpiteet). Tuottavissa niukkaravinteisissa suometsissä (luokka 3, kuva 12) perusteet kunnostusojituslupaa myöntämiseen täyttyisivät yleensä pienin muutoksin ojien ja vesiensuojelutoimien mitoittamiseen. Runsasaravinteisissa suometsissä (luokka

4, kuva 12) taas merkittävä osa saattaisi jäädä ilman kunnostusojituslupaa, mistä voisi aiheutua taloudellisia menetyksiä metsänomistajille ja pitkällä aikavälillä puun tarjonnan paikallista vähenemistä.

Ohjauskeinon vaikuttavuus, ja toisaalta sen toimijoille aiheuttamat kustannukset, riippuisivat siitä, kuinka tiukoiksi lupakäytännöt muodostuisivat. Ohjauskeino ei toisi lähivuosikymmeninä parannusta niiden kohteiden tilanteeseen, jotka on jo nykyisellään ojitettu liian kuiviksi. Ohjauskeinon positiivisena puolena voidaan joka tapauksessa pitää sen suurta vaikuttavuuspotentiaalia metsätalouden vesistöhaittojen vähentämisessä ja tasapainoisen vesienhallinnan edistämässä myös vähemmän ongelmallisilla kohteilla (muut kuin runsasaravinteiset suometsät). Varjopuolia olisivat lupaprosessiin ja valvontaan liittyvät hallinnolliset kustannukset sekä tulonmenetykset yksittäisillä metsänomistajilla ja mahdollisesti paikallisesti puun arvoketjussa työskentelevillä. Toisaalta tehokas valvonta ja riittävät sanktiot ovat edellytys sille, että normiohjaus toimii. Valvonnan kustannustehokkuutta voitaisiin todennäköisesti parantaa huomattavasti hyödyntämällä uusia menetelmiä, kuten kaukokartoitusta ja tekoälyä.

4.3.3 Uudistamisveloitteen väljentäminen ennallistumaan jättämisen mahdollistamiseksi [normiohjaus]

Monilla heikkotuottoisilla tai ympäristövaikutuksiltaan kestämättömillä ojitetuilla suometsäkohteilla taloudellisesti ja ympäristön kannalta järkevä vaihtoehto on korjata pois myyntikelpoista puustoa ja jättää kohde sen jälkeen ennallistumaan omia aikojaan (ks. luku 3.4.6., Toimenpiteet). Olisi tärkeää, ettei lainsäädäntö uudistamisveloitteen kautta asettaisi esteitä tämän vaihtoehdon toteuttamiselle taloudellisesti kestäväällä tavalla. Nykyään uudistamisveloitetta ei ole alueella, jolla ennallistetaan alun perin avoin tai harvapuustoinen suo tai perinneympäristö, eikä myöskään kitumaan suometsissä. Uudistamisveloitteen poiston voisi ulottaa myös kohteille, joissa metsämaan suometsä jätetään suunnitelmallisesti ennallistumaan samalla kun metsätaloudesta luovutaan pysyvästi. Puustoa tulisi tällöin jättää vesien- ja luonnonsuojelun kannalta tarkoituksenmukainen määrä.

4.3.4 Kosteikkometsätalouden pilotti [taloudellinen ohjaus & informaatio-ohjaus]

Kosteikkometsätalouden pilotin tarkoituksena olisi luoda maanomistajille kannustimia kokeilla erilaisia kosteikkometsätalouden, eli märemmässä tapahtuvan metsänkasvatuksen muotoja, joilla vähennettäisiin ympäristöhaittoja (ks. luku 3.1., Toimenpiteet). Ohjauskeino pyrittäisiin paikkatietoa ja kaukokartoitusta hyödyntäen kohdistamaan niille kohteille, joissa tarve muutokseen on suurin: nykyisellään voimakkaasti kuivatetuille runsasravinteisille ja paksurupesille kohteille eteläisessä Suomessa (luokka 4C, kuva 12, Toimenpiteet). Ohjauskeino rakennettaisiin yhdistelmäksi informaatio-ohjausta, tuoppausta (Haltia ym. 2025) ja taloudellista tukea. Taloudellinen tuki olisi ainakin pilotin alkuvaiheessa toimenpideperusteista, eli maanomistaja saisi tukea esimerkiksi vedenpinnan nostamisen ja hallitsemisen edellyttämiin töihin, jatkuvapeliteeseen metsänkasvatukseen siirtymiseen (ks. Viitala ym. 2023) tai puulajin vaihtoon paremmin kosteutta sietävään (esimerkiksi tervaleppään rehevillä kohteilla Etelä- ja Väli-Suomessa).

Pilottiin sisältyisi myös merkittäviä tutkimus- ja kehityspanostuksia, jotta voidaan kehittää teknisesti toimivia ja taloudellisesti tehokkaita menetelmiä vedenpinnan nostamiseen ja hallitsemiseen ja jotta kokeilujen tuloksia voitaisiin mallintaa ja seurata systemaattisesti. Tutkimuspanostuksia kohdistettaisiin myös itse tukijärjestelmän edellytysten kehittämiseen. Tavoitteena olisi kehittää sellaisia mittaamista ja mallintamista yhdistäviä menetelmiä, joilla voitaisiin määrittää maanomistajan perusuraan verrattuna aikaansaamat ympäristöhyödyt, jotka muodostuisivat parannuksista esimerkiksi vesistö- tai kasvihuonekaasupäästöjen osalta. Tällaiset menetelmät mahdollistaisivat tulevaisuudessa tulosperusteisten tukien soveltamisen ojitetuissa suometsissä, tai yhteensopivina EU:n hiilensidonnann sertifiointikehikon (CRCF, Asetus (EU) 2024/3012) kanssa myös maanomistajien osallistumisen kehittyvälle hiilenpoistomarkkinalle.

Ohjauskeinolla pystyttäisiin todennäköisesti tehokkaasti vähentämään päästöjä ohjauskeinoon piirissä olevilla kohteilla. Vaikuttavuutta kansallisella tasolla rajoittaisi pilotin mittakaava sekä se, saataisiinko sen piiriin riittävän paljon potentiaalisia kohteita. Vaikuttavuutta voi heikentää se, että osalla valuma-alueen maanomistajista ei ole kiinnostusta osallistumiseen, ja jotkut metsätalouden ympäristövaikutusten vähentämisestä kiinnostuneet maanomistajat saattaisivat toteuttaa vastaavia toimia oma-aloitteisestikin. Toisaalta ohjauskeinoon perustuminen maanomistajien vapaaehtoisuuteen ja aktiiviseen osallisuuteen tekisi siitä todennäköisesti helposti hyväksyttävän maanomistajien näkökulmasta. Maanomistajien kiinnostusta pilottiin todennäköisesti edistäisi ojituksen luvanvaraiseksi tekeminen (alaluku 4.3.2), koska

se pakottaisi suunnittelemaan metsänhoitoa aiempaa monipuolisemmin erityisesti rehevissä suometsissä, joissa ympäristötavoitteiden toteuttaminen on vaikeinta.

Pilotin piirissä olevilla kohteilla puun kasvu ja siten hakkuumahdollisuudet voisivat jonkin verran pienentyä maaperän märkyydestä johtuen. Negatiiviset vaikutukset puuntuotannon nettotuloihin eivät kuitenkaan välttämättä olisi suuria. Pilotin myötä ymmärrys kosteikkometsätalouden vaikutuksista puuntuotantoon ja maanomistajien talouteen tarkentuisi, mikä antaisi pohjaa tämän tai muiden ohjauskeinojen jatkokehittämiseen.

Julkisen vallan kannalta kosteikkometsätalouden pilotti tarkoittaisi kustannuksia sekä tuista että hallinnosta. Kustannukset olisivat sitä suuremmat, mitä enemmän kohteita valittaisiin ja saataisiin pilotin piiriin. Kustannusten vastineeksi voisi tulevaisuudessa syntyä merkittävääkin kosteikkometsätalouden liiketoimintaa, jossa puuta ja keruutuotteita tuotettaisiin rehevissä suometsissä nykyistä huomattavasti pienemmin haitallisin ulkoisvaikutuksin; toisaalta tällaisten innovaatioiden toteutuminen olisi epävarmaa. Ohjauskeino edesauttaisi ennallistamisasetuksen toimeenpanoa parantamalla vesistöjen tilaa.

4.3.5 Hakkuiden, vesiensuojelun, ennallistamisen ja ojitamattomien suonosien turvaamisen hallinnointi valuma-alueella [informaatio-ohjaus ja normi- tai taloudellinen ohjaus]

Suometsien hydrologian maanomistuksen rajat ylittävä luonne edellyttää uudenlaisia ratkaisuja hakkuiden, kuivatuksen ja vesiensuojelun sekä ennallistamisen ja ojitamattomien suonosien turvaamisen koordinointiin metsäisten latvavaluma-alueiden mittakaavatasolla (ks. Linnamaa ym. 2023). Hakkuiden (ja ojituksen, silloin kun se tarpeellista) osalta tulisi pyrkiä kohti tilannetta, jossa valuma-alueella tehtäviä toimenpiteitä hajautetaan ajallisesti (ks. Nieminen ym. 2023). Vesiensuojelutoimien osalta taas on kyse tehokkaiksi todettujen keinojen, etupäässä pintavalutuskenttien, sijoittamisesta monen maanomistajan valuma-alueella. Ennallistamisen ja ojitamattomien suonosien osalta tavoitellaan ekologisesti ja hydrologisesti toimivia, riittävän suuria suokokonaisuuksia, sekä ojitamattomien ja ojitettujen suonosien ”yhteiselo” valuma-alueella.

Yksi lähestymistapa on pureutua metsänomistusrakenteen pirstoutuneisuuteen, joka hankaloittaa suometsätaloudessa sekä ympäristöllisten että taloudellisten tavoitteiden toteuttamista. Maanomistajat saattavat suhtautua positiivisemmin maanvaihtoihin kuin maidensa myymiseen (Maanavilja ym. 2025). Maanmittauslaitos toteuttaa nykyiselläänkin yhdessä paikallisten maa- ja metsätalouden omistajien kanssa tilusjärjestelyjä, joita valtio voisi huomatta-

vasti sujuvoittaa perustamalla maatalouden mallin mukaisesti valtion metsämaapankin (Maanvilja ym. 2025). Metsämaapankissa tulisi olla tilusjärjestelyihin tarvittavia vaihtomaita erityisesti vesiensuojelun kannalta olennaisilla alueilla. Lisäksi ympäristövaikutusten kannalta hankalimmissa sijainneissa valtio voisi tarjoutua ostamaan maata koordinaation kannalta riittävän kokoisten alueiden muodostamiseksi. Myös yhteismetsien muodostaminen voi helpottaa suometsien käytön suunnittelua.

Maanomistusrakenteen eheyttämisen kanssa rinnakkainen lähestymistapa olisi yhteistoiminnan lisääminen metsänomistajien välillä. Metsänomistajien yhteen kokoamiseen ja valuma-alue suunnitteluun tarvittaisiin asiantuntevia ja paikallisesti verkostoituneita välitason toimijoita. Valtion rooli voisi olla pysyvien valuma-aluekoordinaattoreiden (vrt. valuma-alue talkkarit ELY-keskusten koordinoimassa valuma-aluepilotissa) palkkaaminen tähän tehtävään (Räsänen ym. 2024).

Maanomistusrakenteen eheyttäminen tai maanomistajien välisen yhteistyön lisääminen eivät vielä itsessään varmista, että hakkuita, vesienhallintaa ja vesiensuojelutoimia koordinoidaan valuma-alueilla riittävästi vesien tilan säilyttämisen ja parantamisen sekä ojittamattoman suoluonnon kannalta. Joillakin valuma-alueilla maanomistajilla voi olla voimakas motivaatio vesien laatua ja ympäristön tilaa parantaviin toimiin suometsissä, mutta tyypillistä lienee, että käytäntöjen muuttaminen edellyttäisi selkeitä kannustimia joko velvoittavan sääntelyn tai taloudellisten ohjauskeinojen muodossa, tai näiden yhdistelmänä. Periaatteessa vuosittaisten hakkuiden määrää valuma-alueella voisi säädellä kaupattavilla hakkuuoikeuksilla, joskin tämä olisi melko järeä ohjauskeino verrattuna metsien käytön nykyiseen ohjaukseen. Päästöoikeuskaupan tapaan valuma-aluekohtaisen hakkuuoikeuskaupan tulonjakovaihtokukset ja niihin liittyvät oikeudenmukaisuusnäkökohdat riippuisivat hakkuuoikeuksien alkujaoista maanomistajien välillä (ks. Rosendahl ja Storrosten 2011). Vuosittaisen hakkuukiintiön määrä voitaisiin sitoa valuma-alueelle pintavalutuskenttien pinta-alaan ja suotuisaan sijoittumiseen, tai jopa alapuolisten vesistöjen tilaan, mikä kannustaisi maanomistajia koordinoimaan keskenään pintavalutuskenttien toteutuksen. Toinen vaihtoehto olisi, että velvoite hakkuista vastaavien hakkuuoikeuksien hankkimiseen asetettaisiin puun ostajille.

Velvoitetta yhteistyöhön voisi lähteä rakentamaan myös tiekuntia ja vesiosakaskuntia vastaavalla tavalla. Tällöin määriteltäisiin sopivan mittakaavan suovaluma-alueita, joiden maanomistajat kuuluisivat suometsäosakaskuntaan. Osakaskunnan sisällä kaikki osallistuisivat vesien ja luonnonhoidon hankkeisiin antamalla tarvittaessa maata tai työresurssia näiden käyttöön osakaskunnan maksaessa tästä korvauksen, sekä mahdollisesti myös hakkuiden ajoituksen koordinointiin. Toimien kustan-

nusvaikuttava sijoittelu todennäköisesti tarkoittaisi, että joissakin suometsäosakaskunnissa tehtäisiin enemmän kuin toisissa, mikä voisi luodaan tarpeen valtion maksamille tuille tai suometsäosakaskuntien välisille jyvityksille.

Suometsien hoidon koordinointi valuma-alue tasolla voisi tuottaa merkittäviä parannuksia ympäristön tilaan ilman huomattavia heikennyksiä puuntuotantoon. Moni maanomistaja hyötyisi ympäristön tilan parantumisesta suoraan, esimerkiksi virkistykseen ja kalastuksen edellytysten parantumisen myötä. Haasteena on yhtäältä sellaisten mekanismien kehittäminen, joilla paikallisesti kasvaneet kustannukset tai syntyneet tulonmenetykset jaetaan oikeudenmukaisesti maanomistajien välillä, ja toisaalta valuma-alue tasoinen velvoitteiden asettamisen koettu hyväksyttävyyttä.

4.3.6 Metka-tukijärjestelmän päivitys [taloudellinen ohjaus]

Vuonna 2024 voimaan tullut metsätalouden kannustejärjestelmän (Metka) uudistus oli selkeä edistysaskel ojittettujen suometsien monitavoitteisen hoidon kannalta. Uudistetussa Metkassa tukea ei enää myönnetä ojien kaivamiseen. Sen sijaan maanomistajat voivat saada tukea suometsien kokonaisvaltaisten hoitosuunnitelmien laatimiseen ja vesiensuojeluun, mikä voi parhaimmillaan edesauttaa puuntuotannon jatkumista pienemmin ympäristöhaitoin. Uudistetun Metkan suometsäsuunnittelu-tuki tarjoaakin oikeansuuntaisia työkaluja suometsien kasvatukseen, vesiensuojelun ja luonnonhoidon samanaikaiseen tarkasteluun valuma-alueilla. Ongelmana on, että järjestelmä ei luo kannustimia suometsän kuivatukseen vähentämiseen silloin kun se olisi perusteltua, eikä edes mahdollista sellaisten muutosten suunnittelua, joilla ensisijaisesti parannettaisiin vesien tai suoluonnon tilaa, koska suunnitelman on myös parannettava puuntuotannon edellytyksiä kohteella. Metka ei myöskään riittävästi kannusta valuma-alueen maanomistajien väliseen yhteistyöhön. Ennakkotietojen mukaan Metka-järjestelmän mukaiset suunnitelmat eivät ole olleet metsänomistajien suosiossa.

Jos suometsien ojitus tehtäisiin luvanvaraiseksi (ks. 4.3.2), ja metsänomistajat näin joutuisivat tarkastelemaan aiempaa enemmän ojituksen vaihtoehtoja ja toteutustapoja, suometsien kokonaisvaltaisten hoitosuunnitelmien tuki voisi kiinnostaa metsänomistajia enemmän kuin miltä nykyisten tukihakemusten ennakkotietojen perusteella näyttää. Toisin sanoen suometsien kuivatukseen nykyistä kattavampi sääntely voisi lisätä myös Metka-tuen vaikuttavuutta. Vastaavalla tavalla vaikuttaisivat myös ohjauskeinot valuma-alueen hakkuiden, vesiensuojelun, ennallistamisen ja ojittamattomien suonosien turvaamisen hallinnoimiseksi (ks. 4.3.5).

Metka-järjestelmää voisi ojitettujen suometsien osalta päivittää seuraavanlaiseen suuntaan:

1. Suometsien hoidon kokonaisvaltaisen suunnittelun prosessissa tarkasteltaisiin tasapuolisesti puuntuotantoa, vesien- ja ilmastonsuojelua sekä luonnonhoitoa, ja tukea voitaisiin lähtökohtaisesti myöntää myös suunnitelmiin, joilla vähennetään metsätalouden ulkoisvaikutuksia parantamatta puuntuotannon edellytyksiä (tai jopa heikentäen niitä paikallisesti, esimerkiksi ennallistamalla osia suunnittelualueesta).
2. Koska suometsien vesien- ja ilmastonsuojelu sekä luonnonhoito liittyvät metsätalouden ulkoisvaikutusten vähentämiseen, ei metsänomistajalla tyypillisesti ole niihin vastaavaa yksityistä intressiä kuin puuntuotannon edellytysten varmistamiseen. Siksi olisi tärkeää, että vesien- ja ilmastonsuojelutoimien lisäksi voitaisiin "samalta luukulta" tukea suunnitelmaan sisältyvien ilmastonsuojelun ja luonnonhoidon-toimien toteutusta.
3. Ennallistamisen kannustimia ja koettua oikeudenmukaisuutta lisäisi, jos ennallistamistuesta ei vähennettäisi ennallistamisen yhteydessä kaadettavan puuston myynnistä saatavaa tuloa, jonka hankkimiseksi maanomistaja on aiemmin tehnyt metsänhoidollisia investointeja (Maanvilja ym. 2025).

4. Metkaa jatkokehitetään kosteikkometsätalouden pilotin (ks. 4.3.4) tulosten perusteella.

Ehdotetut muutokset olisivat hallinnollisesti todennäköisesti kohtuullisen helposti toteutettavissa. Jos Metkasta voitaisiin tukea myös suometsien kokonaisvaltaisiin hoitosuunnitelmiin sisältyviä ilmastonsuojelu- ja luonnonhoitotoimia, rahoituksen kokonaistarve todennäköisesti kasvaisi jonkin verran. Myös lannotusalan kasvattaminen merkitsee rahoitus-tarpeen kasvua, mikäli nykyisestä tukitasosta halutaan pitää kiinni. Metkan päivittämisen vaikutuksia ja kustannuksia on kuitenkin vaikea arvioida ennakoita, koska ne riippuvat olennaisesti metsänomistajien halusta hakea suometsiin liittyviä Metka-tukia. Tähän puolestaan vaikuttaa merkittävästi muu suometsien käyttöä koskeva ohjaus.



Kuva: Markku Saarinen

Lähteet

- Aapala, K., Kartano, L., Määttä, A.-M. & Alanen, A. 2021. Soidensuojelun täydennysehdotus: Tilannekatsaus 2015-2020. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:16. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-249-5>
- Aarnio, J., Kaunisto, S., Moilanen, M. ja Veijalainen, H. 1997. Suometsien lannoitus. Teoksessa: Mielikäinen, K. ja Riikilä, M. (toim.) Kannattava Puuntuotanto. Tapio ja Metsäntutkimuslaitos, Metsälehti-kustannus. Gummerus, Jyväskylä. 140 s.
- Aarnio, J. 2004. Yhteenveto. Teoksessa: Aarnio, J. (toim.) Julkinen tuki yksityismetsätaloudessa. Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja 923.
- Ahtikoski, A., ja Hökkä, H. 2019. Intensive Forest Management – Does It Pay off Financially on Drained Peatlands? Canadian Journal of Forest Research 49 (9): 1101-13. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0007>.
- Ahtikoski, A., Hökkä, H. ja Siipilehto, J. 2022. Strip Cutting Management in Scots Pine Stands on Peatlands - a Financial Comparison to Rotation Forestry. Scandinavian Journal of Forest Research 37 (2): 119-29. <https://doi.org/10.1080/02827581.2022.2055135>.
- Ahtikoski, A., Siipilehto, J., Repola, J. ym. 2025. Financial Comparison between Rotation Forestry (RF) and Continuous Cover Forestry (CCF) on Spruce-Dominated Peatlands. Scandinavian Journal of Forest Research 40 (2): 116-27. <https://doi.org/10.1080/02827581.2025.2481831>.
- Alm, J., Wall, A. Myllykangas, J.-P. ym. 2023. A New Method for Estimating Carbon Dioxide Emissions from Drained Peatland Forest Soils for the Greenhouse Gas Inventory of Finland. Biogeosciences 20 (18): 3827-55. <https://doi.org/10.5194/bg-20-3827-2023>.
- Bianchi, S., Huuskonen, S., Siipilehto, J. ja Hynynen, J. 2020. Differences in Tree Growth of Norway Spruce under Rotation Forestry and Continuous Cover Forestry. Forest Ecology and Management 458: 117689. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117689>.
- Byerly, H., Balmford, A., Ferraro, P. J., Hammond Wagner, C., Palchak, E., Polasky, S., ... & Fisher, B. (2018). Nudging pro-environmental behavior: evidence and opportunities. Frontiers in Ecology and the Environment, 16(3), 159-168.
- EU (2025) Directive (EU) 2025/794 of the European Parliament and of the Council of 14 April 2025 amending Directives (EU) 2022/2464 and (EU) 2024/1760 as regards the dates from which Member States are to apply certain corporate sustainability reporting and due diligence requirements (Text with EEA relevance). <http://data.europa.eu/eli/dir/2025/794/oj>
- Cajander, A. 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta Forestalia Fennica 2 (3). <https://doi.org/10.14214/aff.7530>.
- Conference of the parties to the Convention on Biological Diversity (CBD) (2022). 15/4. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>
- Dasgupta, P. (2021), The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. Abridged Version. London: HM Treasury. <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista. <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/2014-11-20>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2018/841 maankäytön muutoksesta ja metsätaloudesta aiheutuvien kasvihuonekaasujen päästöjen ja poistumien sisällyttämisestä vuoteen 2030 ulottuviin ilmasto- ja energiapolitiikan puitteisiin sekä asetuksen (EU) N:o 525/2013 ja päätöksen N:o 529/2013/EU muuttamisesta. <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2020/852 kestävää sijoittamista helpottavasta kehyksestä ja asetuksen (EU) 2019/2088 muuttamisesta. <http://data.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2023/839 asetuksen (EU) 2018/841 muuttamisesta siltä osin kuin on kyse soveltamisalasta, raportointia ja vaatimusten noudattamista koskevien sääntöjen yksinkertaistamisesta ja jäsenvaltioiden tavoitteiden asettamisesta vuodelle 2030 sekä asetuksen (EU) 2018/1999 muuttamisesta seurannan, raportoinnin, edistymisen seurannan ja uudelleentarkastelun parantamisen osalta. <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/839/oj>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2023/2413 direktiivin (EU) 2018/2001, asetuksen (EU) 2018/1999 ja direktiivin 98/70/EY muuttamisesta uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisen osalta sekä neuvoston direktiivin (EU) 2015/652 kumoamisesta. <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/1760 yritysten kestävää toimintaa koskevasta huolellisuusveloitteesta ja direktiivin (EU) 2019/1937 ja asetuksen (EU) 2023/2859 muuttamisesta. <http://data.europa.eu/eli/dir/2024/1760/oj>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2024/1991 luonnon ennallistamisesta ja asetuksen (EU) 2022/869 muuttamisesta. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2024/3012 pysyvää hiilenpoistoa, hiiliviljelyä ja hiilen varastointia tuottamiseen koskevasta unionin sertifiointikehyksen perustamisesta. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/3012/oj>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. Global Forest Resources Assessment. Terms and Definitions. FRA 2020.
- Finér, Leena, Ahti Lepistö, Kristian Karlsson, ym. 2021. Drainage for Forestry Increases N, P and TOC Export to Boreal Surface Waters. Science of The Total Environment 762 (maaliskuuta): 144098. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144098>.
- Finér, Leena, Tuija Mattsson, Samuli Joensuu, ym. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen ympäristö 2010 (10).
- Frolking, Steve, Nigel Roulet, ja Jan Fuglestedt. 2006. How Northern Peatlands Influence the Earth's Radiative Budget: Sustained Methane Emission versus Sustained Carbon Sequestration. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences 111 (G1): 2005JG000091. <https://doi.org/10.1029/2005JG000091>.

Granqvist, A.-L. 2024. Vesienpalautus suojelusoille: Opas käytännön toimijoille. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. 67 s. <https://www.doria.fi/handle/10024/189916>

Haapanen, Matti. 2020. Performance of Genetically Improved Norway Spruce in One-Third Rotation-Aged Progeny Trials in Southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 35 (5-6): 221-26. <https://doi.org/10.1080/02827581.2020.1776763>.

Halonen, L. Pappila, M. Similä, J. (2020). Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden sääntely soilla ja turvemilla. Ympäristöpolitiikan ja -oikeuden vuosikirja 2020 (XIII), 55-125.

Haltia, E., Aalto-Setälä, J., Horne, P., Hänninen, J., Kauppi, P., Kekkonen, H., ... & Lehtonen, A. (2025). Turvemaiden omistajat tuuppauksen kohteena: Taustaselvitys tuuppauksensaamisen kehittämiseksi. Luonnonvara- ja bionalouden tutkimus 8/2025. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-014-5>

Harris, J. M., & Roach, B. (2021). The theory of environmental externalities. In *Environmental and Natural Resource Economics* (pp. 44-92). Routledge.

Heikurainen, L. 1960. Metsäojitus ja sen perusteet. Werner Söderström Oy, Porvoo-Helsinki. 378 s.

Hilli, A., Päätalo, M.-L., Moilanen, M., Piironen, M.-L., Issakainen, J. ja Tillman-Sutela, E. 2003. Verhopuuston tiheyden ja lannoituksen vaikutus kuusen taimien pituuskasvuun ojitetulla turvemalla. *Suo* 54 (2): 69-79.

Hotanen, J.-P. 2025. Tuhkalannoituksen vaikutus aluskasvillisuuteen metsäojitetuilla rämeillä. *Suo - Mires and peat*, nro 76: 3-19.

Hotanen, J.-P., Saarinen, M. ja Nousiainen, H. 2015. Avosuo- ja sekatyypin turvekangaskehitys. *Suo - Mires and peat* 66 (1): 13-32.

Hotanen, J.-P., Kokko, A., Mäkelä, K. 2018. Metsäojitetut suot. Julkaisussa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 1 - tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018. s. 156 - 161.

Huikari, O., ja Paarlahti, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 64: 1-135.

Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Moilanen, M. ja Laiho, R. 2015. Recycling of Ash - For the Good of the Environment? *Forest Ecology and Management*, 15.

Hynynen, J., Eerikäinen, K., Mäkinen, H. ja Valkonen, S. 2019. Growth Response to Cuttings in Norway Spruce Stands under Even-Aged and Uneven-Aged Management. *Forest Ecology and Management* 437 (huhtikuuta): 314-23. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.032>.

Hynynen, J., Saija Huuskonen, Sonja T. Kujala, ym. 2024. Synteesiraportti: Metsien kasvuun lisäämisen keinot ja vaikutukset. Luonnonvara- ja bionalouden tutkimus 92/2024: 52.

Hytönen, J., Lasse Aro, Issakainen, J., ja Moilanen, M. 2016. Peat ash and biotite in fertilization of Scots pine on an afforested cutaway peatland. *Suo - Mires and peat* 67 (2): 53-66.

Hytönen, J., Hökkä, H. ja Saarinen, M. 2020. The Effect of Planting, Seeding and Soil Preparation on the Regeneration Success of Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.) on Drained Peatlands - 10-Year Results. *Forestry Studies* 72 (1): 91-106. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2020-0008>

Hyvärinen, E., Juslen, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. 2019 (toim.). Suomen lajien uhanalaisuus. Punainen kirja. Ympäristöministeriö & Suomen Ympäristökeskus. Helsinki. 704 s.

Härkönen, L.H., Lepistö, A., Sarkkola, S., Kortelainen, P. ja Räike, A. 2023. Reviewing Peatland Forestry: Implications and Mitigation Measures for Freshwater Ecosystem Browning. *Forest Ecology and Management* 531 (maaliskuuta): 120776. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120776>.

Hökkä, H. 2025. Lapin suometsien kehitys 1982-2018 valtakunnan metsien inventointien mukaan. Julkaisussa: Jalkanen, Risto, & Härkönen, Kerttu (toim.) Lapin metsät voimissaan. ISBN 978-952-88-0225-9. Pohjolan Palvelut oy, Lapin Metsänhoitajat ry. Rovaniemi 2025. 24-29.

Hökkä, H., Kaunisto, S., Korhonen, K.T., Päivänen, J., Reinikainen, A. ja Tomppo, E. 2002. Suomen suometsät 1951-1994. Metsätieteen aikakauskirja 2A/2002: 201-357. <https://doi.org/10.14214/ma.6242>.

Hökkä, H., Repola, J. ja Moilanen, M. 2012. Modelling Volume Growth Response of Young Scots Pine (*Pinus Sylvestris*) Stands to N, P, and K Fertilization in Drained Peatland Sites in Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 42 (7): 1359-70. <https://doi.org/10.1139/x2012-086>.

Hökkä, H., Stenberg, L. ja Laurén, A. 2020. Modeling depth of drainage ditches in forested peatlands in Finland. *BALTIC FORESTRY* 26 (2). <https://doi.org/10.46490/BF453>.

Hökkä, H., Launiainen, S., Nieminen, M., Laurén A. 2022. Tuhkalannoitus kunnostusojituksen sijaan. SuoPPP-projektin osaprojektin 'Tuhkalannoitus kunnostusojituksen sijaan' loppuraportti. 15 s.

Hökkä H., Uusitalo J., Lindeman H., Ala-Ilomäki J. (2016). Performance of weather parameters in predicting growing season water table depth variations on drained forested peatlands - a case study from southern Finland. *Silva Fennica* vol. 50 no. 4 article id 1687. 12 p. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1687>.

Hökkä, H., Ahtikoski, A., Sarkkola, S. ja Väänänen, P. 2024. Ash Fertilization Increases Long-Term Timber Production in Drained Nitrogen-Poor Scots Pine Peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 54 (10): 1142-54. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2024-0003>.

Hökkä, H., Palviainen, M., Stenberg, L., Heikkinen, J. ja Laurén, A. 2025. Changing Role of Water Table and Weather Conditions in Diameter Growth of Scots Pine in Drained Peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 55 (tammikuuta): 1-12. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2024-0011>.

Iho, A., Niinivaara, I., Luoma, E. (2025). Kohti tulosperusteisten järjestelmien soveltamista maa- ja metsätaloudessa. Hajakuormituksen hillintä ja luonnon monimuotoisuuden vahvistaminen. Maa- ja metsätalousministeriön tilaama esiselvitys / Akordi Oy:n julkaisuja. https://akordi.fi/wp-content/uploads/2025/02/Kohti_tulosperusteisten_jarjestelmien_soveltamista-raportti_web.pdf

Juvonen, J., Lankia, T., Salmivaara, A. ym. 2024. Costs and Benefits of Implementing Continuous Cover Forestry in Boreal Peatlands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 39 (7-8): 353-66. <https://doi.org/10.1080/02827581.2024.2442562>.

Juutinen, A., Shanin, V., Ahtikoski, A. ym. 2021. Profitability of Continuous-Cover Forestry in Norway Spruce Dominated Peatland Forest and the Role of Water Table. *Canadian Journal of Forest Research* 51 (6): 859-70. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0305>.

Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantausta, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H. & Virtanen, K. 2018. Suot. Julkaisussa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyypin uhanalaisuus 2018. Luontotyypin punainen kirja. Osa 1 - tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018. s. 117 - 170.

Kaila, A., Sarkkola, S., Laurén, A. ym. 2014. Phosphorus Export from Drained Scots Pine Mires after Clear-Felling and Bioenergy Harvesting. *Forest Ecology and Management* 325 (elokuuta): 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.03.025>.

Kasvihuonekaasuinventaarit 2023. Saatavilla: <https://luonnonvaratieto.luke.fi/numerotieto/raportit?panel=kasvihuonekaasuinventaarit>.

Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. ja Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930-1978 metsäojitetut suot: ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. *Acta Forestalia Fennica* 0 (193). <https://doi.org/10.14214/aff.7639>.

Koivula, M., Domisch, T., Hamberg, L., Huhta, E., Kaitera, J., Korhonen, A., Korhonen, K. T., Laurila, M., Louhi, P., Männistö, M., Penttilä, R., Shorokhova, E. & Vanha-Majamaa, I. 2024. Metsätalous. Teoksessa: Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry (MTK) & Svenska lantbruksproducenternas centralförbund SLC r.f (SLC) (toim.). 2024. MTK:n ja SLC:n luonnon monimuotoisuuden tiekartta maa- ja metsätaloudelle. s. 132-341. Saatavissa: www.mtk.fi/luonnon-monimuotoisuus ja www.slc.fi/bdfardplan

Korhonen, Kari T., Ihalainen, A., Heikkinen, J. ym. 2017. Suomen metsät 2009-2013 ja niiden kehitys 1921-2013. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2017 (59): 86.

Korhonen, Kari T., Rätty, M., Haakana, H. ym. 2024. Forests of Finland 2019-2023 and Their Development 1921-2023. *Silva Fennica* 58 (5). <https://doi.org/10.14214/sf.24045>.

Korkiakoski, M., Ojanen, P., Tuovinen, J.-P. ym. 2023. Partial Cutting of a Boreal Nutrient-Rich Peatland Forest Causes Radically Less Short-Term on-Site CO₂ Emissions than Clear-Cutting. *Agricultural and Forest Meteorology* 332 (4): 109361. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109361>.

Korkiakoski, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., ym. 2019. Greenhouse Gas and Energy Fluxes in a Boreal Peatland Forest after Clear-Cutting. *Biogeosciences* 16 (19): 3703-23. <https://doi.org/10.5194/bg-16-3703-2019>.

Koskinen, Markku, Tapani Sallantausta, ja Harri Vasander. 2011. Post-Restoration Development of Organic Carbon and Nutrient Leaching from Two Ecohydrologically Different Peatland Sites. *Ecological Engineering* 37 (7): 1008-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.06.036>.

Koskinen, M., Tahvanainen T., Sarkkola, S. ym. 2017. Restoration of Nutrient-Rich Forestry-Drained Peatlands Poses a Risk for High Exports of Dissolved Organic Carbon, Nitrogen, and Phosphorus. *Science of The Total Environment* 586 (toukokuuta): 858-69. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.065>.

Kotiaho, J. S., Bäck, J., Jokimäki, J., Kallio, K. P., Ketola, T., Kulmala, L., ... & Peura, M. (2022). Jatkuvaiteisen metsänkäsittelyn ympäristö- ja talousvaikutukset: Luontopaneelin yhteenveto ja suositukset luontopolitiikan suunnittelun ja päätöksenteon tueksi.

Laiho, R., ja Finér, L. 1996. Changes in root biomass after water-level drawdown on pine mires in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 251-60.

Laiho, R., Penttilä, T. ja Laine, J. 2000. Riittävätkö ravinteet suometsissä? *Metsätieteen aikakauskirja* 2000 (2). <https://doi.org/10.14214/ma.6019>.

Laiho, R., Sallantausta, T. ja Laine, J. 1999. The Effect of Forestry Drainage on Vertical Distributions of Major Plant Nutrients in Peat Soils. *Plant and Soil* 207 (2): 169-81. <https://doi.org/10.1023/A:1026470212735>.

Laine, A.M., Ojanen, P., Lindroos, T. ym. 2024. Climate Change Mitigation Potential of Restoration of Boreal Peatlands Drained for Forestry Can Be Adjusted by Site Selection and Restoration Measures. *Restoration Ecology* 32 (7): e14213. <https://doi.org/10.1111/rec.14213>.

Laine, Jukka, Harri Vasander, H. Nousiainen, Markku Saarinen, ja Timo Penttilä. 2012. Suotyypit ja Turvekankaat - opas Kasvupaikkojen Tunnistamiseen. Metsäkustannus Oy.

Laine, J., Komulainen, V.-M., Laiho, R., Minkkinen, K., Rasinmäki, A., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Silvan, N., Tolonen, K., Tuittila, E.-S., Vasander, H. & Päivänen, J. 2002. Lakkasuo - opas suon ekosysteemiin. Helsingin yliopiston Metsäekologian laitoksen julkaisuja 26. 120 s.

Lammi A., Kokko A., Kuoppala M., Aroviita J., Ilmonen J., Jormola J., Karonen M., Kotanen J., Luotonen H., Muotka T., Mykrä H., Rintanen T., Sojakka P., Teeriaho J., Teppo A., Toivonen H., Urho L., Vuori K.-M. 2018. Sisävedet ja rannat. Teoksessa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyypin uhanalaisuus 2018. Luontotyypin punainen kirja. Osa 1 - tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018: 81-115. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>

Launiainen, S., Ahtikoski, A., Rinne, J., Ojanen, P. ja Hökkä, H. 2025. Rewetting Drained Boreal Peatland Forests Does Not Mitigate Climate Warming in the Twenty-First Century. *Ambio*, advance online publication, elokuuta 26. <https://doi.org/10.1007/s13280-025-02225-6>.

Laurén, Ari, Marjo Palviainen, Samuli Launiainen, ym. 2021. Drainage and Stand Growth Response in Peatland Forests—Description, Testing, and Application of Mechanistic Peatland Simulator SUSI. *Forests* 12 (3): 293. <https://doi.org/10.3390/f12030293>.

Lehtonen, Aleks, Raisa Mäkipää, M Haakana, ym. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet : Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2021/65: 122.

Lehtonen, H., Assmuth, A., Koikkalainen, K., Miettinen, A., Mutanen, A., Mäkipää, R., ... & Viitala, E. J. (2022). Tehokkaat ohjaukeinoit maa- ja metsätalouden ilmastovaikutusten edistämiseksi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2022.

Lehtonen, Aleksii; Leppä, Kersti; Rinne-Garmston, Katja T.; Sahlstedt, Elina; Schiestl-Aalto, Pauliina; Heikkinen, Juha; Young, Giles H.F.; Korhioakoski, Mika; Peltoniemi, Mikko; Sarkkola, S.; Lohila, Annalea; Mäkipää, Raisa. 2023. Fast Recovery of Suppressed Norway Spruce Trees after Selection Harvesting on a Drained Peatland Forest Site. *Forest Ecology and Management* 530: 120759. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120759>

Lepistö, Ahti, Antti Räike, Tapani Sallantaus, ja Leena Finér. 2021. Increases in Organic Carbon and Nitrogen Concentrations in Boreal Forested Catchments – Changes Driven by Climate and Deposition. *Science of The Total Environment* 780 (elokuuta): 146627. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146627>.

Linnamaa, J., Hiironen, R., Nuotio, E., & Valkama, P. (2023). Valuma-aluelähtöinen suunnittelu ja vesienhoidon toimenpiteiden implementointi. Haasteet Suomessa ja EU: n alueella. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Raportteja 28/2023.

Lintunen ym. (2025). Metsien käytön tulevaisuus ja tarvittavat ohjaukeinoit. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus XX/2025

Lukkala, O.J. 1949. Soiden turvekerroksen painuminen ojituksen vaikutuksesta. *Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja* 37(1): 1-67.

Lukkala, O.J. 1939. Soiden metsäojituskelppoisuus. *Keskusmetsäseura Tapio, Helsinki.* 48 s.

Luke Tilastohakemisto 2025. Tilastohakemisto | Luonnonvarakeskus. Poimittu 11.2. -15.10.2025 (Ko. sivustolla valitaan ensin Metsä ja Rakenne”, minkä jälkeen aktivoidaan Metsänhoito- ja metsänparannustyöt”).

Maanavilja, L. ym. (2025). Soiden ennallistaminen yksityisillä vaatii kannustavia ohjaukeinoita ja paikallistasolla toimimista. *Geologian tutkimuskeskus GTK, politiikkasuositus.* <https://www.gtk.fi/app/uploads/2025/06/GTK-politiikkasuositus-teema-soiden-ennallistaminen-2025.pdf>

Maidell, Marjo, Mats Godenhjelm, Annukka Vainio, ja Paula Salo. 2024. Developing Nudges, Nudge+ and Boosts to Support Climate Change Mitigation in Practice - A Case Study on Ash Fertilization among Finnish Private Forest Owners. *Trees, Forests and People* 17 (syyskuuta): 100643. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100643>.

Marttila, H., Kari-Matti Vuori, H. Hökkä, Juha Jämsen, ja Bjørn Kløve. 2010. Framework for Designing and Applying Peak Runoff Control Structures for Peatland Forestry Conditions. *Forest Ecology and Management* 260 (8): 1262-73. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.06.032>.

Mathijssen, Paul J. H., Noora Kähkölä, Juha-Pekka Tuovinen, ym. 2017. Lateral Expansion and Carbon Exchange of a Boreal Peatland in Finland Resulting in 7000 Years of Positive Radiative Forcing. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 122 (3): 562-77. <https://doi.org/10.1002/2016JG003749>.

Metsänhoidon suositukset, Tapio 2025. <https://metsanhoidonsuositukset.fi/fi>

Miettinen, Jenni, Markku Ollikainen, Artti Juutinen, ym. 2025. Economics of Strip Harvesting in Drained Boreal Peatland Forests. *Canadian Journal of Forest Research* 55 (tammikuuta): 1-18. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2024-0096>.

Miettinen, J., Ollikainen, M., Aroviita, J., Haikarainen, S., Nieminen, M., Turunen, J., & Valsta, L. (2020). Boreal peatland forests: ditch network maintenance effort and water protection in a forest rotation framework. *Canadian journal of forest research*, 50(10), 1025-1038.

Miettinen, Jenni, Markku Ollikainen, Leena Finér, Harri Koivusalo, Ari Laurén, ja Lauri Valsta. 2012. Diffuse Load Abatement with Biodiversity Co-Benefits: The Optimal Rotation Age and Buffer Zone Size. *Forest Science* 58 (4): 342-52. <https://doi.org/10.5849/forsci.10-070>.

Minkkinen, Kari, Paavo Ojanen, Markku Koskinen, ja Timo Penttilä. 2020. Nitrous Oxide Emissions of Undrained, Forestry-Drained, and Rewetted Boreal Peatlands. *Forest Ecology and Management* 478 (joulukuuta): 118494. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118494>.

Moilanen, Mikko, Pekka Pietiläinen, ja Jorma Issakainen. 2005. Long-term effects of apatite and biotite on the nutrient status and stand growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on drained peatlands. *Suo - Mires and peat* 56 (3): 115-28.

Mäkiranta, Päivi, Terhi Riutta, Timo Penttilä, ja Kari Minkkinen. 2010. Dynamics of Net Ecosystem CO₂ Exchange and Heterotrophic Soil Respiration Following Clearfelling in a Drained Peatland Forest. *Agricultural and Forest Meteorology* 150 (12): 1585-96. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.08.010>.

Nieminen, Mika. 2004. Export of dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus following clear-cutting of three Norway spruce forests growing on drained peatlands in southern Finland. *Silva Fennica* 38: 123-32.

Nieminen, Mika. 2003. Effects of Clear-Cutting and Site Preparation on Water Quality from a Drained Scots Pine Mire in Southern Finland.

Nieminen, M., Sarkkola, S., Laurén, Ari. 2017. Impacts of forest harvesting on nutrient, sediment and dissolved organic carbon exports from drained peatlands: A literature review, synthesis and suggestions for the future. *Forest Ecology and Management* 392: 13-20.

Nieminen, T. M.; Hökkä, H.; Ihalainen, A.; Finér, L. 2016. Metsänhoito happamilla sulfaattimilla. *Luonnonvarakeskus, Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 12/2016

Nieminen, Mika, Raija Laiho, S. Sarkkola, ja Timo Penttilä. 2016. Whole-Tree, Stem-Only, and Stump Harvesting Impacts on Site Nutrient Capital of a Norway Spruce-Dominated Peatland Forest. *European Journal of Forest Research* 135 (3): 531-38. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-0951-1>.

Nieminen, M., H. Hökkä, R. Laiho, ym. 2018. Could Continuous Cover Forestry Be an Economically and Environmentally Feasible Management Option on Drained Boreal Peatlands? *Forest Ecology and Management* 424 (syyskuuta): 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.046>.

Nieminen, Mika, Markku Koskinen, S. Sarkkola, ym. 2015. Dissolved Organic Carbon Export from Harvested Peatland Forests with Differing Site Characteristics. *Water, Air, & Soil Pollution* 226 (6): 181. <https://doi.org/10.1007/s11270-015-2444-0>.

Nieminen, Mika, S. Sarkkola, Kersti Haahti, Markku Koskinen, ja Paavo Ojanen. 2020. Metsäojitettujen soiden typpi- ja fosfori- kuormitus Suomessa.

Nieminen, Mika, Timo Pukkala, Leena Stenberg, S. Sarkkola, Aleksi Vihonen, ja Annukka Valkeapää. 2023. Jatkuvan kasvatuksen ja tasaikäismetsätalouden vaikutus metsäisten valuma-alueiden vesistökuormitukseen Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2023. <https://doi.org/10.14214/ma.22001>.

Nieminen, Mika, Aleksi Räsänen, Janne Miettinen, S. Sarkkola, Leena Stenberg, ja Timo Pukkala. 2025. Simulation of the Effects of Forest Management and Water Protection Practices on Nutrient Exports in a Forested Boreal Catchment. *Environmental Management*, advance online publication, syyskuuta 23. <https://doi.org/10.1007/s00267-025-02273-4>.

Niemistö, Pentti, ja Eero Poutiainen. 2004. Hieskoivikon käsittelyn vaikutus kuusialikasvoksen kehitykseen Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan viljavilla ojitusalueilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 2004 (4): 441-59. <https://doi.org/10.14214/ma.5664>.

Ojanen, Paavo, ja Kari Minkkinen. 2019. The dependence of net soil CO₂ emissions on water table depth in boreal peatlands drained for forestry. *Mires and peat* 24 (Article 27). <https://doi.org/10.19189/MaP.2019.OMB.StA.1751>.

Ojanen, Paavo, ja Kari Minkkinen. 2020. Rewetting Offers Rapid Climate Benefits for Tropical and Agricultural Peatlands But Not for Forestry-Drained Peatlands. *Global Biogeochemical Cycles* 34 (7): e2019GB006503. <https://doi.org/10.1029/2019GB006503>.

Ojanen, P., Aapala, K., Hotanen, J.-P., Kokko, A., Kortelainen, P., Marttila, H., Nieminen, M., Nieminen, T., Punttila, P., Rehell, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tiainen, J., Turunen, J., Valpola, S., Vasander, H., Vähäkuopus, T., & Minkkinen, K. (2020). Ojituksen vaikutus luonnon monimuotoisuuteen, ilmastoon ja vesistöihin - yhteenveto. *Suo*, 71(2), 93-114. <https://suo.fi/pdf/10593>

Ojanen, Paavo, Kari Minkkinen, ja Timo Penttilä. 2013. The Current Greenhouse Gas Impact of Forestry-Drained Boreal Peatlands. *Forest Ecology and Management* 289 (helmikuuta): 201-8. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.008>.

Ojanen, Paavo, Timo Penttilä, Anne Tolvanen, ym. 2019. Long-Term Effect of Fertilization on the Greenhouse Gas Exchange of Low-Productive Peatland Forests. *Forest Ecology and Management* 432 (2019): 786-98. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.015>.

Ollonqvist, P. 2004. Julkinen valta toiminnan suuntaajana. Teoksessa: Aarnio, J. (toim.) *Julkinen tuki yksityismetsätaloudessa*. Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja 923.

Ovaskainen, V., Aarnio, J. ja Ollonqvist, P. 2004. Johdanto, puuntuotannon investoinnit ja julkinen tuki: taustaa. Teoksessa Aarnio, J. (toim.) *Julkinen tuki yksityismetsätaloudessa*. Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja 923.

Pacheco-Vega, R. (2020). Environmental regulation, governance, and policy instruments, 20 years after the stick, carrot, and sermon typology. *Journal of environmental policy & planning*, 22(5), 620-635.

Palviainen, M., Pumpanen, J., Mosquera, V., Maher Hasselquist, E., Laudon, H., Ostonen, I., Kull, A., Renou Wilson, F., Peltomaa, E., Könönen, M., Launiainen, S., Peltola, H., Ojala, A., & Laurén, A. (2024). Extending the SUSI peatland simulator to include dissolved organic carbon formation, transport and biodegradation - Proper water management reduces lateral carbon fluxes and improves carbon balance. *The Science of the Total Environment*, 950, Article 175173. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175173>

Pappila, M. (2016). Ojitusilmoitukset ja ympäristövaikutusten ennakointi - tarkastelussa metsätalouden kunnostusojitukset. *Ympäristöjuridiikka*, 4/2016, 7-38.

Parkatti, Vesa-Pekka, Aino Assmuth, Janne Rämö, ja Olli Tahvonen. 2019. Economics of Boreal Conifer Species in Continuous Cover and Rotation Forestry. *Forest Policy and Economics* 100 (maaliskuuta): 55-67. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.11.003>.

Pearson, Meeri, Markku Saarinen, Kari Minkkinen, Niko Silvan, ja Jukka Laine. 2011. Mounding and Scalping Prior to Reforestation of Hydrologically Sensitive Deep-Peated Sites: Factors behind Scots Pine Regeneration Success. *Silva Fennica* 45 (4): 647-67. <https://doi.org/10.14214/sf.98>.

Pelkonen, E. 1975. Vuoden eri aikoina korkealla olevan pohjaveden vaikutus männyn kasvuun. Summary: effects on Scots pine growth of ground water adjusted to the ground surface for periods of varying length during different seasons of the year. *Suo*, 26: 25-32.

Pelkonen, E. 1976. The need for runoff regulation on peatlands drained for forestry. *Suo*, 27(1): 25-32.

Peltoniemi, Mikko, Qian Li, Pauliina Turunen, ym. 2023. Soil GHG Dynamics after Water Level Rise - Impacts of Selection Harvesting in Peatland Forests. *Science of the Total Environment* 901 (marraskuuta): 165421. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165421>.

Peura, Maiju, Daniel Burgas, Kyle Eyvindson, Anna Repo, ja Mikko Mönkkönen. 2018. Continuous Cover Forestry Is a Cost-Efficient Tool to Increase Multifunctionality of Boreal Production Forests in Fennoscandia. *Biological Conservation* 217 (tammikuuta): 104-12. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.018>.

Pietiläinen, P. ja Moilanen, M. 2003. Effect of drainage intensity and fertilization on Scots pine stands growing on an oligotrophic tall sedge fen. *Balt. For.* 9(1): 22-32.

Piilo, Sanna R., Atte Korhola, Lauri Heiskanen, ym. 2020. Spatially Varying Peatland Initiation, Holocene Development, Carbon Accumulation Patterns and Radiative Forcing within a Subarctic Fen. *Quaternary Science Reviews* 248 (marraskuuta): 106596. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106596>.

Piirainen, Sirpa, Timo Domisch, Mikko Moilanen, ja Mika Nieminen. 2013. Long-term effects of ash fertilization on runoff water quality from drained peatlands. *Forest Ecology and Management* 287 (1): 53-66.

Punttila, P., Piironen, T., Pappila, M., & Annala, M. (2024). PEFC- ja FSC-metsäsertifiointistandardien vertailu sekä ekologinen vaikuttavuus lainsäädännön ja tutkimustiedon valossa. *Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta*.

Päivänen, Juhani. 1973. Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. *Acta Forestalia Fennica* 0 (129). <https://doi.org/10.14214/aff.7563>.

- Päivänen, Juhani. 2018. Suometsätalous itsenäisessä Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 2018 (0). <https://doi.org/10.14214/ma.10123>.
- Repo, Tapani, Timo Domisch, Jouni Kilpeläinen, Sirpa Piirainen, Raimo Silvennoinen, ja Tarja Lehto. 2020. Dynamics of Fine-Root Production and Mortality of Scots Pine in Waterlogged Peat Soil during the Growing Season. *Canadian Journal of Forest Research* 50 (5): 510-18. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0163>.
- Rissanen, Antti J., Paavo Ojanen, Leena Stenberg, ym. 2023. Vegetation impacts ditch methane emissions from boreal forestry-drained peatlands—Moss-free ditches have an order-of-magnitude higher emissions than moss-covered ditches. *Frontiers in Environmental Science* 11 (huhtikuuta): 1121969. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1121969>.
- Rosendahl, K. E., & Storrøsten, H. B. (2011). Emissions trading with updated allocation: Effects on entry/exit and distribution. *Environmental and Resource Economics*, 49(2), 243–261.
- Räike, Antti, Antti Taskinen, ja Seppo Knuutila. 2020. Nutrient Export from Finnish Rivers into the Baltic Sea Has Not Decreased despite Water Protection Measures. *Ambio* 49 (2): 460-74. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01217-7>.
- Räsänen, A., Miettinen, J., Kekkonen, H., Haanpää, O., Nieminen, M., Sarkkola, S., Pukkala, T., Mäntymaa, E., Sarkki, S., Yliperttula, K., Ruohonen, A., Kikuchi, K., Isolauti, M., Koukkari, V., & Heikkinen, H. I. 2024. Kiiminkijoen valuma-alueen maankäyttö: Potentiaaliset toimenpiteet ja niiden vaikutukset. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 32/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 62 s.
- Saarela, T., Lafdani, E.K., Laurén, A., Pumpanen, J. & Palviainen, M. 2020. Biochar as adsorbent in purification of clear-cut forest runoff water: adsorption rate and adsorption capacity. *Biochar* 2: 227-237 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42773-020-00049-z>
- Saarinen, Markku. 2002. Kasvillisuuden ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja koivun taimettumiseen varpu- ja puolukkaturvekankailla. *Suo* 53 (2): 41-60.
- Saarinen, Markku, ja Juha-Pekka Hotanen. 2000. Raakahumuksen ja kasvillisuuden yhteisvaihtelu Pohjois-Hämeen vanhoilla ojitusalueilla. *Suo - Mires and Peat* 51 (4): 227-42.
- Saarinen, Markku, Virpi Alenius, ja Raija Laiho. 2013. Kosteusolosuhteiden vaikutus siementen itämiseen ja taimien varhaiskehitykseen turvemaan metsän- uudistusalan muokkauspinnoilla. *Suo* 64 (2-3): 51-75.
- Saarinen, Markku, Sauli Valkonen, S. Sarkkola, Mika Nieminen, Timo Penttilä, ja Raija Laiho. 2020. Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen mahdollisuudet ojitetuilla turvemailla. *Metsätieteen aikakauskirja* 2020: 10372. <https://doi.org/10.14214/ma.10372>.
- Sallinen, A, S Tuominen, T Kumpula, ja T Tahvanainen. 2019. Undrained Peatland Areas Disturbed by Surrounding Drainage: A Large Scale GIS Analysis in Finland with a Special Focus on Aapa Mires. *Suo - Mires and Peat* 24 (38): 1-22.
- Sarkkola, S., Nieminen, M., Laudon, H., Clarke, N., & Hasselquist, E. M. (2024). Water Quality. In *Continuous Cover Forestry in Boreal Nordic Countries* (pp. 261-271). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Salmivaara, A., Tuominen, S., Laiho, R., Ahtikoski, A., Haikarainen, S., Lehtonen, A., Mäkipää, R. (vertaisarvioinnissa) Classifying the productivity of drained peatland forests for precision management. *European Journal of Forest Research*.
- Sarkkola, S., H. Hökkä, E. Ahti, H. Koivusalo, ja M. Nieminen. 2012. Depth of Water Table Prior to Ditch Network Maintenance Is a Key Factor for Tree Growth Response. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27 (7): 649-58. <https://doi.org/10.1080/002827581.2012.689004>.
- Sarkkola, S., Virpi Alenius, H. Hökkä, Raija Laiho, Juhani Päivänen, ja Timo Penttilä. 2003. Changes in Structural Inequality in Norway Spruce Stands on Peatland Sites after Water-Level Drawdown. *Canadian Journal of Forest Research* 33 (2): 222-31. <https://doi.org/10.1139/x02-179>.
- Sarkkola, S., H. Hökkä, Harri Koivusalo, ym. 2010. Role of Tree Stand Evapotranspiration in Maintaining Satisfactory Drainage Conditions in Drained Peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 40 (8): 1485-96. <https://doi.org/10.1139/X10-084>.
- Sarkkola, S., H. Hökkä, ja Timo Penttilä. 2004. Natural Development of Stand Structure in Peatland Scots Pine Following Drainage: Results Based on Long-Term Monitoring of Permanent Sample Plots. *Silva Fennica* 38 (4). <https://doi.org/10.14214/sf.408>.
- Sarkkola, S., Liisa Ukonmaanaho, Tiina M. Nieminen, ym. 2016. Should Harvest Residues Be Left on Site in Peatland Forests to Decrease the Risk of Potassium Depletion? *Forest Ecology and Management* 374 (elokuuta): 136-45. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.05.004>.
- Somanathan E., T. Sterner, T. Sugiyama, D. Chimanikire, N.K. Dubash, J. Essandoh-Yeddu, S. Fifita, L. Goulder, A. Jaffe, X. Labandeira, S. Managi, C. Mitchell, J.P. Montero, F. Teng, and T. Zyllicz, 2014: National and Sub-national Policies and Institutions. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Stenberg, Leena, Kersti Leppä, Samuli Launiainen, ym. 2022. Measuring and Modeling the Effect of Strip Cutting on the Water Table in Boreal Drained Peatland Pine Forests. *Forests* 13 (7): 1134. <https://doi.org/10.3390/f13071134>.
- Suometsäosaaja 2025. <https://suometsaosaaja.fi>
- Tahvonen, O. (2022). Metsien hoito jatkuvapeitteisenä: katsaus taloudelliseen tutkimukseen. *Suomen Luontopaneelin julkaisu*, (2022/1c).
- Tanttu, Antti. 1915. Tutkimuksia ojitetujen soiden metsitymisestä. *Acta Forestalia Fennica* 5 (2). <https://doi.org/10.14214/aff.7011>.
- Telle, K. (2009). The threat of regulatory environmental inspection: impact on plant performance. *Journal of Regulatory Economics*, 35(2), 154-178.
- Tikkasalo, Olli-Pekka, Olli Peltola, Pavel Alekseychik, ym. 2025. Eddy-Covariance Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O in a Drained Peatland Forest after Clear-Cutting. *Biogeosciences* 22 (5): 1277-300. <https://doi.org/10.5194/bg-22-1277-2025>.

Turunen, Jukka, ja Tapani Sallantaus. ei pvm. Chemical Element Concentrations and Accumulation in Boreal Mire Ecosystems in Finland.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). Paris Agreement. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

Viitala, E. J., Ahtikoski, A., Haltia, E., Hökkä, H., Mäkipää, R., Nieminen, M., ... & Valkonen, S. (2023). Tehokkaat ohjauskeinot jatkuvapeitteisen metsänkäsittelyn edistämiseksi runsasravinteisilla turvemilla.

Vokoun, M., Amacher, G. S., Sullivan, J., & Wear, D. (2010). Examining incentives for adjacent non-industrial private forest landowners to cooperate. *Forest Policy and Economics*, 12(2), 104-110.

Väänänen, Päivi, Markku Saarinen, ja Raija Laiho. 2024a. Suometsien uudistamisen tuloksellisuus ja tietoaukot : Systemaattinen kirjallisuuskatsaus. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2024 (21)*: 58.

Väänänen, P., Rinne-Garmston, K., Hultman, J., Hotanen, J.-P., Hökkä, H., Kattilakoski, M., Laurén, A., Lehtonen, A., Mäkiranta, P., Nieminen, M., Ojanen, P., Palvi, A., Peltoniemi, K., Sarkkola, S., Stenberg, L., Viitasaari, T. & Laiho, R. 2024b. Hiilitase ja siihen vaikuttavat tekijät tuhkalannoitetuissa suometsissä (SuoHiTu). Loppuraportti. Luonnonvarakeskus, 27 s. Saatavilla: <https://share.google/30lne34jM3Ka39Ps4>

Westman, C.J., ja Raija Laiho. 2003. Nutrient dynamics of peatland forests after water-level drawdown. *Biogeochemistry* 63: 269-98.

Xepapadeas, A. (2011). The economics of non-point-source pollution. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 3(1), 355-373.

Yu, Zicheng, Julie Loisel, Daniel P. Brosseau, David W. Beilman, ja Stephanie J. Hunt. 2010. Global Peatland Dynamics since the Last Glacial Maximum. *Geophysical Research Letters* 37 (13): 2010GL043584. <https://doi.org/10.1029/2010GL043584>.



Löydät meidät verkosta

luke.fi

Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki